Vergleichende Entwicklungsgeschichte

von

Adoxa und Chrysosplenium.

Preisschrift

von der

Hohen philosophischen Fakultät (Sektion II)

der

Kgl. bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

am 25. Juni 1907 gekrönt und derselben als

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt am 27. Juni 1907 von

Alfons Eichinger

aus Bayreuth.

Sonderabdruck aus „Mitteilungen“ der Bayerischen Botanischen Gesellschaft 1907.

München 1907.

Druck von Val. Höfling, Lämmerstrafse Nr. 1.

Vergleichende Entwicklungsgeschichte

von

Adoxa und Chrysosplenium.

Preisschrift

von der

Hohen philosophischen Fakultät (Sektion II)

der

Kgl. bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

am 25. Juni 1907 gekrönt und derselben als

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt am 27. Juni 1907 von

Alfons Eichinger

aus Bayreuth.

ACAD. MED. RAT. BIBL.

Sonderabdruck aus „Mitteilungen“ der Bayerischen Botanischen Gesellschaft 1907.

München 1907.

Druck von Val. Höfling, Lämmerstrafse Nr. 1.

Meinen lieben Eltern in Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547427_0032

Motto:
„Es ist schwer, genau und fein zu beobachten, aber noch schwerer, aus dem Beobachteten nicht mehr zu folgern, als es enthält."
Ehrenberg, Leuchten d. Meeres p. 569.

Die systematische Stellung von Adoxa ist von jeher eine zweifelhafte und strittige gewesen, offenbar deshalb, weil man im allgemeinen auf den groben Habitus dieser merkwürdigen Pflanze allein Gewicht gelegt hat, ohne ihren inneren Bau, insbesondere den Bau des Gynäceums, zu berücksichtigen. Die Namen, welche der Pflanze von den Botanikern vor Linné gegeben worden sind, beweisen dies zur Genüge. In Bauh. pin. 178 findet sich Adoxa unter dem Namen Ranunculus nemorosus Moschatellina dictus, in Lob. 674 als minimus Ranunculus septentrionalium, herbide muscoso flore, in Tabern. ic. 39 als Fumaria bulbosa s. tuberosa minima. Die Stellung zu Ranunculus und Fumaria kann nur daher rühren, dafs die Blätter von Adoxa flüchtig betrachtet einem geteilten Hahnenfufsblatt und noch mehr einem Corydalisblatt entfernt ähnlich sehen. Linné erst hat die Pflanze als wohlcharakterisierte Gattung erkannt. In seinem Syst. plant. hat er sie in die Klasse Octandria tetragynia aufgenommen und nennt sie Adoxa Moschatellina.

Jussieu stellt Adoxa in seinem „Genera plantarum secundum ordines naturales disposita" zu Chrysosplenium, hauptsächlich wohl wegen der äufserlich habituellen Ähnlichkeit der beiden Pflanzen und des „Germen inferum", das beiden gemeinsam ist und der Diagnose voransteht. Sie schliefst mit den Worten: „Habitus Panacis trifolii."

Diese Worte haben vielleicht De Candolle veranlafst, Adoxa bezüglich der Berechtigung, sie zu den Araliaceen, zu denen Panax gehört, zu stellen, einer Untersuchung zu unterziehen. Er hat richtig erkannt, dafs das Gynäceum von Adoxa und Chrysosplenium nichts gemeinsam haben. Dagegen weist das Gynäceum der Araliaceen und das von Adoxa einige Ähnlichkeit auf. Daher kommt De Candolle zu dem Schlufs: „Ex embryone inverso, fructu baccato indehiscente, stylis 4—5, et habitu ad Panaces herbaceas accedit."

Endlicher läfst Adoxa bei den Araliaceen stehen. Drude stellt Adoxa wieder endgültig zu den Saxifrageen und zwar bezeichnet er sie als verwandt mit Chrysosplenium, mit dem sie wichtige Merkmale gemein haben soll.

Eichler endlich führt den Blütenbau von Adoxa auf den der Caprifoliaceen zurück und stellt sie zu dieser Familie. Gegenwärtig wird Adoxa in einer eigenen Familie der Adoxaceen untergebracht, die den Caprifoliaceen angereiht wird.

In neuester Zeit hat Petrak[1]) eine kritische Studie über Adoxa veröffentlicht, die allerdings eigene Untersuchungen nicht enthält, sondern nur aus der Literatur über Adoxa schöpft. Er kommt zu dem Resultat, dafs Adoxa am nächsten mit Chrysosplenium verwandt sei. Derartige Literaturstudien haben aber nur dann Zweck, wenn

---

1) Petrak Fr., Zur Systematik der Gattung Adoxa. Allgem. bot. Zeitschr. von A. Kneucker 1907, Nr. 6, S. 92.

man einmal die Literatur auch vollständig berücksichtigt und vor allem auch eigene Untersuchungen von eigenen Gesichtspunkten aus hinzufügt.

Untersucht man das Schicksal von Chrysosplenium in der Systematik, so findet man, dafs diese Pflanze schon von alters ungefähr dahin gestellt wurde, wo sie heute noch steht, zu der Familie der Saxifrageen. Es wurde als Chrysosplenium, Saxifraga aurea (Raj. hist. 206), Sedum palustre luteum majus (Moriss. hist. 3 p. 477) bezeichnet, Benennungen, die erkennen lassen, dafs man die natürliche Verwandtschaft von Chrysosplenium mit den Saxifrageen von jeher begriffen hat. Auch in neuerer Zeit ist Chrysosplenium niemals zu einer anderen Familie gestellt worden, da sie sich bei näherer Betrachtung als echte Saxifragee erweist.

Da die Stellung von Adoxa zu Chrysosplenium besonders betont wird, so dürfte es interessant sein, die beiden Pflanzen entwicklungsgeschichtlich zu untersuchen und ihre Ähnlichkeiten genauer zu prüfen.

Keimung.

Die Keimung der Samen von Adoxa ist mehrfach Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. In neuester Zeit hat Lagerberg darüber Beobachtungen angestellt (21)[1]). Es braucht also nur daran erinnert zu werden. Die beiden Kotyledonen der Keimpflanze von Adoxa haben einen ziemlich langen Stiel. Das Epikotyl hat schon anfänglich eine horizontale Lage und dringt sofort unter einem Winkel von ungefähr 45° in den Boden ein und wird zu einem Ausläufer. An ihm entstehen Niederblätter, manchmal auch ein Assimilationsblatt, doch erfolgt im ersten Jahre keine Anlage von Blüten. Aus den Knospen in den Achseln der Niederblätter entwickeln sich neue Ausläufer, ja es können sich aus diesen in einem Jahre Achsen dritter Ordnung entwickeln. Im Herbste stirbt das ganze System ab mit Ausnahme der knollenartigen Rhizomspitzen, die im Boden überwintern. Diese Knöllchen werden durch die zunächst fadenförmigen Stolonen, die grofse Internodien aufweisen, weit von ihrem Entstehungsort weggeschafft, wodurch eine kräftige Verbreitung der Pflanze erreicht wird. An der Spitze der mit Reservestärke reichlich gefüllten Knöllchen sind schon vor dem Winter Blätter und Blüten angelegt, die durch die dichtstehenden Niederblätter geschützt werden. So verharren die Knöllchen in Winterruhe, im Frühjahr treiben sie aus, es entstehen an dem Hauptsprofs, der Laubblätter und Niederblätter erzeugt, auch wieder neue Ausläufer erster und zweiter Ordnung, die alle zunächst fadenförmig sind und lange Internodien zeigen, gegen den Herbst zu dicker werden und die vorerwähnte Knöllchengestalt annehmen.

Die Keimung von Chrysosplenium steht mit der von Adoxa in direktem Gegensatz. Besonders unterscheidet sie sich dadurch, dafs hier das Epicotyl nicht in den Boden eindringt, sondern Laubblätter erzeugt und wie bei den meisten Pflanzen emporwächst. Die schwärzlich glänzenden Samen keimen auf feuchter Erde sehr rasch, jedoch darf die Temperatur nicht zu hoch werden. So keimen die Samen im Viktoriahaus des hiesigen botanischen Gartens, wo im Sommer eine Durchschnittstemperatur von 26° C. herrscht, nicht oder doch nur in sehr spärlicher Anzahl und die Keimpflanzen zeigen ein kümmerliches Aussehen. Wenn die Samen in gewöhnliche Temperatur zurückgebracht werden, keimen sie sofort. Unter normalen Umständen erfolgt die Keimung der Samen recht rasch. So wurden am 31. Mai 1906 reife Samen ausgesät, am 12. Juni waren Keimpflanzen in grofser Menge vorhanden, jedenfalls keimt der gröfsere Prozentsatz der Samen. Auffallend ist nur, dafs das Temperaturmaximum der Keimung ein so nieder gelegenes ist.

Die Keimpflanze (Fig. 1) hat zwei Kotyledonen, die zunächst gänzlich ungestielt sind und sich mit ihrer Basis berühren. Die Keimblätter zeigen drei ziemlich konstante Nerven, einen Mittelnerv und zwei seitliche, die von der Basis des Mittelnerven abzweigen, bogenförmig am Rande des Blattes hinlaufen und an der Spitze wieder mit dem Hauptnerven verschmelzen. Die Spitze des Blattes ist etwas eingebuchtet und hier,

1) Die Zahlen (in Klammern) verweisen auf das am Schlusse stehende Literaturverzeichnis.

wo auch die Nerven enden, liegt ein Epithem, das einige Wasserspalten aufweist. Auf der ganzen Blattoberseite und Blattunterseite sind aufserdem grofse Spaltöffnungen verteilt, die von denen der Laubblätter durch ihre Gröfse verschieden sind.

Noch ehe das erste Laubblatt sich zeigt, bekommen die Keimblätter einen Stiel und zwar ist derselbe ungefähr so lang wie die Blattspreite. Nicht allzuselten konnten trikotyle Formen beobachtet werden. Sie sind aber ausnahmslos als dikotyle Formen aufzufassen, deren eine Kotyledo sich gespalten hat. Für diese Annahme sprechen mehrere Umstände. So kann man bemerken, dafs zwei Blätter einer solchen trikotylen Pflanze immer an ihrer Basis mehr oder weniger verwachsen sind und einen gemeinsamen Stiel besitzen. Aufserdem spricht auch die Nervatur dieser Blättchen dafür. Während die Kotyledonen sonst drei Nerven haben, sehen wir bei den trikotylen Formen, dafs die zwei Kotyledonen, die einen gemeinsamen Stiel besitzen, in den Blatthälften, die gegen einander liegen, meist keinen Seitennerv besitzen. Die Mittelnerven dieser Blättchen sind durch Spaltung des Mittelnerven eines normalen Kotyledo entstanden. (Tafel I, 1.) Diese Annahme wird auch noch dadurch bestätigt, dafs sich des öfteren Formen finden, bei denen die Teilung nicht ganz erfolgte, jedoch schon vorbereitet war. T. I, 2 zeigt eine Keimpflanze, die den Anfang einer tetrakotylen Form darstellt. Der Mittelnerv beider Kotyledonen hat sich gespalten, es sind an jedem zwei Ausbuchtungen zu sehen, an denen je ein Epithem liegt. Naturgemäfs führte die Kultur derartig trikotyler Formen nicht zu abnormen Exemplaren, wie das bei der Kultur von echt trikotylen Keimlingen vorzukommen pflegt.

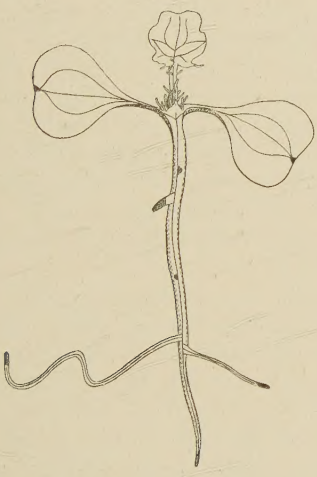


Fig. 1.
Chrysosplenium alternifolium. Keimpflanze.

Fig. 2.
Chr. alt. Junge Pflanze mit Ausläufern.

An den rasch sich zeigenden Laubblättern ist besonders auffällig die geringe Entwicklung der Blattspreite im Gegensatz zu den sehr grofsen Blattzipfeln, die am Grunde der Blattspreite sich finden. (T. I, 3.) Merkwürdig sind diese dadurch, dafs sie an ihrer Spitze drüsenartige Anhängsel (Dr.) tragen, die in ihrem Aussehen sehr an die von Myriophyllum erinnern. (T. I, 5.) Des öfteren bemerkt man sie auch an der Spitze der jungen Blätter, hier fallen sie aber bald ab. Die Blattspreite der jungen Blätter entwickelt sich nun mächtig und die Blattzipfel mit ihren Anhängseln rücken immer mehr nach abwärts. Wenn das Blatt fertig ist, sind sie fast vollständig verschwunden, nur zwei kleine Spitzchen an der Basis der Blattspreite zeigen ihr früheres Vorhandensein an. (T. I, 4 Dr.) Man findet die Drüsen jedoch nicht nur an den jungen Blättern, sondern überall da, wo junge Organe entstehen. So stehen auch um den Vegetationspunkt eine Anzahl dieser Drüsen (Fig. 1). Ebenso findet man sie in der Blüten-

region sehr zahlreich. Untersucht man z. B. eine junge Blüte an ihrem Entstehungsort, so sieht man sowohl an ihrer Basis wie auch an der Basis der Deckblätter eine Menge der Drüsen auftreten, die mit zunehmendem Alter der Organe nach und nach verschwinden. Doch kann man manchmal auch an aufgeblühten Blüten die Drüsen bemerken, sie scheinen aber jedenfalls ihre Funktion bereits verloren zu haben. Der Umstand, dafs sie nur an jungen Organen anzutreffen sind, läfst darauf schliefsen, dafs sie für diese von einer gewissen Bedeutung sind. Vermutlich dienen sie dazu, den Vegetationspunkt und die jungen Organe vor Austrocknung zu schützen. Ihre Ähnlichkeit mit den Drüsen von Myriophyllum läfst vermuten, dafs auch ihre Funktion eine ähnliche ist. Jedoch konnte eine Absonderung von Schleim nicht nachgewiesen werden, vielleicht handelt es sich auch nur um Wasserabscheidung. Der Inhalt der Drüsen scheint mit dem der Myriophyllumdrüsen gleich zu sein. Bekanntlich hat Raciborski in den Trichomen von Myriophyllum einen Körper, das Myriophyllin, entdeckt, das bei Oxydation z. B. durch Vanillin und Salzsäure eine purpurrote Färbung zeigt. Diese Reaktion gelingt auch bei Chrysosplenium sehr schön und leicht. Einzelne Zellen der Trichome sind von Gerbstoff erfüllt, der durch Alkohol bräunlich ausgefällt wird.

Die Ausläufer von Chrysosplenium entspringen aus dem Rhizom aus den Achseln der Niederblätter. Die Häufigkeit und der Zeitpunkt ihres Auftretens ist verschieden. So waren sie an einjährigen Keimpflanzen, die in guter tiefer Erde gezogen waren, noch nicht aufgetreten, erst mit Anfang des zweiten Jahres zeigten sich wenig spärliche Ausläufer, während die Pflanzen sich mächtig entwickelt hatten und zahlreiche grofse Blätter hervorbrachten. Wahrscheinlich ist es der gute tiefe Kulturboden, der die Ausbildung der Ausläufer herabdrückt. Denn wenn man Keimpflanzen auf schlechtem Boden betrachtet, dann zeigt sich, dafs hier die Ausläufer bald erscheinen. Auf den Nagelfluhfelsen bei Bayerbrunn z. B., wo die Pflanze in grofser Anzahl vorkommt, haben fast alle Keimpflänzchen, die man im Frühjahr anzutreffen pflegt, einen oder mehrere Stolonen. Auch die älteren Pflanzen entwickeln eine ganze Anzahl, die unter der spärlichen Moosdecke weithin kriechen und überall neue Pflanzen hervorsprossen lassen. Fig. 2 zeigt ein Pflänzlein, das dem Stolo *a*, der von der Mutterpflanze abging, seine Entstehung verdankt. Schon im Juni hat die neue Pflanze auch ihrerseits Ausläufer entwickelt. Hier scheint der schlechte felsige Boden die Ursache der Ausläuferbildung zu sein.

Die Ausläufer sind besetzt mit ziemlich weit auseinanderliegenden Niederblättern, die an der Spitze des Ausläufers sich über den Vegetationspunkt einkrümmen. Eine Spreite ist nicht nachzuweisen. Kultiviert man Pflanzen mit Ausläufern der Art, dafs man die Ausläufer dazu zwingt, über dem Boden am Lichte zu bleiben, dann gehen die Niederblätter sofort in Laubblätter mit sehr deutlich entwickelter und differenzierter Spreite über. Jedoch wird in diesem Falle das Längenwachstum des Ausläufers sofort gehemmt und er geht zur Ausbildung eines neuen Pflänzchens über.

An den jungen Blättern, dem Stengel und am Vegetationspunkt finden sich noch mehrzellige Haare. Sie sind nicht cutinisiert, haben lebenden Inhalt und sind mit häufigen Poren versehen. Sie dienen vielleicht auch einer Wasserausscheidung oder auch den jungen Blättern als Schutz, da sie besonders an diesen sehr dicht gedrängt stehen, an älteren Blättern oft nur mehr spärlich vorhanden sind.

An Keimpflanzen wurden auch Regenerationsversuche angestellt, die jedoch kein Ergebnis hatten. Wurden die beiden Kotyledonen, wenn das erste Laubblatt bereits angelegt war, abgeschnitten, so entwickelte sich dasselbe merklich schneller als an Kontrollexemplaren, an denen die Keimblätter belassen wurden.

Laubblatt.

Die Blätter von Adoxa haben die bekannte dreiteilige Form, jedes der Blättchen ist wiederum stark gekerbt. An den Spitzen der Endabschnitte sitzen Hydathoden, deren Bau Lagerberg (21.) beschrieben hat. Bei Chrysosplenium sind die Blätter nierenförmig und breit gekerbt. An der Spitze der Kerben finden

sich ebenfalls Hydathoden, die tracheidalen Elemente sind nur noch mehr als bei Adoxa ausgebildet, weshalb die Wasserausscheidung auch eine intensive werden kann. Man kann sie sehr leicht bei Kultur unter Glasglocke erzielen, ebenso auch bei Adoxa, wo die Wasserabsonderung nicht so stark auftritt. Chrysosplenium ist ja eine ausgesprochene Sumpfpflanze, während Adoxa mehr trockene Gebüsche und Wälder bevorzugt. Bei Adoxa finden sich die Spaltöffnungen auf der Unterseite. Sie sind ziemlich grofs und entstehen aus der Spaltöffnungsmutterzelle direkt, ohne dafs irgendwie andere Teilungen vorausgehen. Sie sind über die Blattfläche gleichmäfsig verteilt. Bei den Caprifoliaceen sind die Spaltöffnungen ebenso gebaut, auch hier entstehen sie aus den Spaltöffnungsmutterzellen direkt und zeigen auch keinerlei Gruppierungsweise.

Bei Chrysosplenium finden sich die Spaltöffnungen alle auf der Unterseite verteilt. Sie entstehen aber nicht direkt aus den Spaltöffnungsmutterzellen, sondern es finden zunächst einige Teilungen statt, wie sie bei vielen Dikotylen anzutreffen und auch besonders für Saxifrageen und Crassulaceen meist die Regel sind. Hierin zeigt Adoxa also keine Ähnlichkeit mit den Saxifrageen, sondern schliefst sich den Caprifoliaceen an. Auch bezüglich der Verteilung der Spaltöffnungen zeigen die Saxifrageen eine Eigentümlichkeit. Bei Chrysosplenium und vielen Arten von Saxifraga stehen die Spaltöffnungen in Gruppen vereinigt über die ganze Blattfläche unregelmäfsig zerstreut. Besonders bei Saxifraga sarmentosa ist diese Tatsache in extremer Form ausgebildet. Hier stehen die Spaltöffnungen zusammen mit undulierten kleinen Epidermiszellen, die die Oberfläche von linsenförmigen Vorsprüngen überkleiden.

Der anatomische Bau des Blattes von Adoxa entspricht dem eines typischen Schattenblattes. Die Zellen des Palisadenparenchyms sind nicht wie sonst schmal und langgestreckt, sie sind ziemlich grofs, nicht besonders tief und dadurch ausgezeichnet, dafs sie nach oben in Ausbuchtungen enden. Es ist also ein Armpalisadengewebe vorhanden, wie es bei vielen Schattenpflanzen entwickelt ist. Charakteristisch ist auch die Menge und Gröfse der Intercellularen. Verschiedene Sambucus-Arten zeigen ebenfalls Armpalisaden, die nur noch etwas besser als bei Adoxa ausgebildet sind, ebenso fallen auch die reichlichen Intercellularräume ins Auge. Chrysosplenium dagegen zeigt ein typisches Palisadenparenchym, dessen Zellen in enger Reihe nebeneinanderstehen und auch keinerlei Ausbuchtungen aufweisen.

Die Blätter von Adoxa-Pflanzen, die etwas dunkler stehen, sind meist ungleich dunkler grün und derber als die von Lichtpflanzen. Anatomische Unterschiede ergeben sich beim Vergleiche beider nicht. Von den Zellen der oberen Epidermis wölben sich viele linsenartig vor. Sie bezeichnet Guttenberg (16.) nach dem Vorgang von Haberlandt als die „Augen“ der Pflanze. Ob die Zellen wirklich eine derartige Funktion haben, ist jedenfalls durch den Linsenversuch allein nicht bewiesen, zumalen auch ein Unterschied in dieser Beziehung zwischen Licht- und Schattenblatt nicht gefunden werden konnte.

An Einschlüssen finden sich bei Adoxa Kalciumsphärite an Alkoholmaterial und zwar im Blatt und im Stengel. Merkwürdig ist der Ort ihres Auftretens. Im Stengel finden sie sich im Mark und in der Rinde, am häufigsten um die Gefäfsbündel herum. Im Blatt können sie überall auftreten, am häufigsten finden sie sich in den Zellen, die eine Atemhöhle umgeben, so dafs die Spaltöffnungen, von oben gesehen, von einem dunklen Kranz von Sphäriten umgeben zu sein scheinen. Bei Chrysosplenium finden sich derartige Einschlüsse nicht. Dagegen begegnet man in allen Teilen der Pflanze Zellen, die mit Gerbstoff gefüllt sind und an Alkoholmaterial bräunlich erscheinen. Sie unterscheiden sich abgesehen von ihrem Inhalt weder in Gestalt noch Gröfse von den umgebenden Zellen. Im Blatt finden sie sich im Palisadenparenchym, Schwammparenchym, seltener in der Epidermis. Die zweite Zellreihe des Schwammparenchyms ist oft fast lückenlos aus solchen gerbstoffhaltigen Zellen gebildet. Das Vorkommen der Gerbstoffzellen ist zwar für die Saxifrageen kein allgemein charakteristisches Merkmal, doch finden sie sich aufser bei Chrysosplenium noch bei Saxifraga Sect. Cymbalaria, Lepuropetalon und bei allen Parnassia-Arten, Pflanzen, die alle zu einer gröfseren Gruppe der Saxifrageen gehören.

Der Inhalt der Gerbstoffzellen ist in der Hauptsache Gerbstoff, der in gelöstem Zustande vorhanden ist und mit Eisenchlorid Gerbstoffreaktion gibt. Prüft man die frischen Blätter auch mit Vanillinsalzsäure, so ergibt sich, dafs der Inhalt der Zellen mehr oder weniger rot wird, also einen Gehalt von Myriophyllin anzeigt. Besonders intensiv ist die Reaktion in den Gerbstoffzellen des Palisadenparenchyms und der Epidermis, weniger stark in denen des Schwammparenchyms. Ob hier derselbe Körper wie bei Myriophyllum vorliegt, ist natürlich nicht von vornherein sicher, es handelt sich vielleicht um einen Körper, der sich wie das Myriophyllin durch seine leichte Oxydierbarkeit und nachfolgende rote Färbung auszeichnet. Auch bei diesem Körper scheint eine nahe Beziehung zu Gerbstoff zu bestehen, da beide immer in denselben Zellen und zwar meist in verschiedenen Mengenverhältnissen vorkommen.

Stengel.

Das Rhizom von Adoxa, an dem die Niederblätter und Laubblätter zweizeilig entstehen, ist dicht mit grofsen Stärkekörnern gefüllt. Auf die schmalzellige Epidermis folgt eine breite Rindenschicht, die aus grofsen, zartwandigen Zellen besteht. Der Zentralzylinder hat Endodermis und Perizykel. Die Leitbündel, deren Siebteil nach aufsen liegt, stehen sich in zwei Gruppen gegenüber und zwar korrespondierend mit der zweizeiligen Stellung der Blätter. Zwischen ihnen findet sich ein kleines Markgewebe, meist auch einige stark verdickte Sklerenchymfasern. Es sind keinerlei Sekretzellen vorhanden. Der blühende Stengel zeigt andere Verhältnisse. Die Gefäfsbündel, deren Zahl 3—5 beträgt, sind durch grofse Grundgewebepartien getrennt und in einem Kreise angeordnet und zwar liegen sie nur wenig Schichten unter der Epidermis. Eine sie umschliefsende Endodermis fehlt, jedoch scheint ein jedes Gefäfsbündel für sich eine solche zu haben. Der Siebteil liegt nach aufsen und zeigt nur wenige kleine Elemente. Nach innen und aufsen liegen etwas verdickte Zellen, von denen nur einzelne verholzt sind. Wie schon erwähnt finden sich um die Gefäfsbündel herum des öfteren grofse Massen von Sphäriten, ebenso auch in den Zellen des Markes. Untersucht man den Stengel weiter abwärts, so findet er sich dicht mit Stärke gefüllt. Die Gefäfsbündel, die oben getrennt verliefen, nähern sich nach unten allmählich und treten noch vor ihrer Austrittstelle aus dem Rhizom zu einem zentralen Strange zusammen, der nicht von einer Endodermis umgeben zu sein scheint. Im Blattstiel findet sich ein Zentralzylinder und meist rechts und links zwei kleinere Gefäfsbündel, die Spuren der oberen seitlichen Blättchen. Der Zentralzylinder ist von einer Endodermis umgeben.

Das Rhizom von Chrysosplenium ist sehr stärkereich. Unter der Epidermis findet man eine dicke Rindenschicht von kleinen, derben Zellen, ebenso viele Gerbstoffzellen. Diese sind von den anderen Zellen nicht verschieden. Der Zentralzylinder ist von Endodermis und Perizykel umgeben. Die Gefäfsbündel stehen hier in einem geschlossenen Ring, der Siebteil steht nach aufsen, sklerenchymatische Elemente sind nicht vorhanden. In dem kleinen Markgewebe finden sich Gerbstoffzellen. Der blühende Stengel zeigt folgende Verhältnisse: Es ist ein Zentralzylinder vorhanden, der dem des Rhizoms entspricht. Die Stärkescheide ist sehr gut ausgebildet und umfafst gewöhnlich 4—5 einzelne Gefäfsbündel. Die Siebteile, die wenig Siebröhren aufweisen, stehen nach aufsen, zwischen ihnen und der Endodermis finden sich stark verdickte Elemente. Das Mark zeigt ebenfalls Gerbstoffzellen, die sich auch hier von gewöhnlichen Zellen nicht unterscheiden, nur liegen nicht selten 4—5 derartige Zellen hintereinander. Der Blattstiel bietet nichts Besonderes.

Blüte und Blütenstand.

Über wenig Pflanzen liegt wohl bezüglich der Blüte eine reichlichere Literatur auf, wie über Adoxa. Es ist bekannt, dafs die Blüten von Adoxa zu einem gewöhnlich fünfblütigen, köpfchenartigen Blütenstande angeordnet sind. Der Stengel, der sie trägt, entspringt aus dem Rhizom als seitliches Organ, und zwar gewöhnlich aus der Achsel eines Niederblattes, des öfteren ist dies zu einem Laubblatt entwickelt. Ziemlich in

halber Höhe trägt er zwei opponierte Laubblätter, die den Grundblättern gleichen. Von den fünf Blüten des Köpfchens steht eine terminal und schliefst den Sprofs ab, die vier anderen stehen seitlich und zwar stehen sie sich paarweise so gegenüber, dafs sie mit den beiden Stengelblättern dekussieren. Die Blüten des Köpfchens sind verschieden organisiert, die Endblüte ist vierzählig, die Seitenblüten sind fünfzählig, die Endblüte hat als Kelch zwei sich gegenüberstehende Blättchen, die Seitenblüte drei, die sich in den Raum gleichmäfsig teilen, und zwar liegt ein unpaares Blättchen nach unten.

Betrachtet man die Entwicklungsgeschichte der Blüten, so findet man zwischen End- und Seitenblüten eine Differenz. Die Organe der Endblüte setzen die Dekussion der Laubblätter mit den Seitenblüten fort. Wie bekannt entstehen ja zunächst die beiden Laubblätter, dann die Endblüte, dann mit den Laubblättern dekussierend die beiden seitlichen Blütenpaare. In der Endblüte entstehen zunächst die beiden Kelchblätter, die mit den Laubblättern dekussiert stehen. Der häufigere Fall ist nun, dafs nur diese zwei Kelchlätter ausgebildet sind. Nicht selten werden auch noch die zwei dazwischenliegenden Sepala ausgebildet, meist nur eines davon. Die Kronblätter, die mit dem Kelche alternieren, entwickeln sich gleichzeitig. In der Entwicklung der Stamina zeigt sich wieder Dekussion. Zunächst entstehen die Stamina, die vor dem ersten Kelchpaare liegen, dann die beiden anderen. Ebenso erfolgt auch die Spaltung in derselben Reihenfolge. (T. I, 6.) An der eben verstäubenden Blüte läfst sich auch leicht nachweisen, dafs die beiden vor dem ersten Kelchblattpaare liegenden Stamina zuerst aufbrechen und ihren Pollen abgeben, dann erst die beiden anderen. Die Fruchtblätter wechseln wiederum mit den Staubblättern ab und entstehen wie die Kronblätter gleichzeitig.

Demgegenüber erfolgt die Entwicklung der seitlichen Blüten dorsiventral. (T. I, 7.) Zunächst entstehen gleichzeitig die beiden Kelchblätter, die nach hinten liegen, dann erfolgt die Anlage des unpaaren vorderen. Inzwischen zeigt sich auch schon das Kronblatt, das nach hinten liegt, dann kommen die beiden oberen links und rechts stehenden Petala gleichzeitig, später die beiden unteren. In dieser Weise erfolgt die Entwicklung der Seitenblüten absteigend. In der fertigen Blüte kann man diesen Entwicklungsgang noch daran sehen, dafs die unteren Teile der Seitenblüten etwas kleiner sind als die oberen. Ebenso gibt er sich kund in der Ausstäubungsfolge der Stamina. Es verstäuben zuerst die oberen Staubblätter, dann nach abwärts der Reihe nach die anderen. Über die Staubblätter ist wenig zu sagen. Dafs die Paare durch Teilung aus einer Anlage hervorgegangen sind, zeigt sowohl die Entwicklungsgeschichte, als auch die Tatsache, dafs die Staubblattpaare des öfteren im unteren Teile des Filamentes sich verwachsen zeigen. Manchmal trifft man Blüten, in denen statt eines Staubblattpaares zwei kleine petaloide Blättchen auftreten, die entweder ganz frei sind oder teilweise verwachsen sich zeigen. In einem Falle wurde früher beobachtet, dafs nur ein petaloides Blatt an Stelle des Staubblattpaares stand, dieses war an der Spitze etwas ausgeschnitten und zeigte so die Teilung an. Es möge gleich hier bemerkt werden, dafs in allen Teilen der Blüte diese Tendenz nach Teilung vorhanden ist; später soll noch darauf hingewiesen werden.

Es ist bekannt, dafs die Deutung des kurz „Kelch“ genannten Blattkreises in der Blüte von Adoxa von jeher strittig gewesen ist. Es stehen sich nämlich zwei Meinungen gegenüber. Die einen erklären den Kelch für gänzlich fehlgeschlagen und nehmen an, dafs der sog. Kelch nur ein Pseudokelch sei. Und zwar besteht er nach ihrer Meinung in der Gipfelblüte aus zwei bzw. vier sterilen Hochblättern (*h h* in 6), in der Seitenblüte aus einem Deckblatt (*a*) und zwei Vorblättern (*b b* in 7), die verwachsen und sich gleichmäfsig in den Raum teilen. Die anderen nehmen an, der Kelch sei ein wirklicher Kelch, es seien ursprünglich fünf bzw. vier mit den Petalen alternierende Glieder vorhanden gewesen, deren Zahl auf drei bzw. zwei reduziert sei. Es dürfte interessant sein, beide Erklärungen auf ihre Richtigkeit hin zu prüfen und zu vergleichen. Schliefst man sich der ersten Meinung an, so mufs man jedenfalls konstatieren, dafs der fehlende Kelch entwicklungsgeschichtlich nicht in Spuren

nachweisbar ist. Payer, der sich der zweiten Meinung anschliefst, hat einen derartigen Kreis nicht bemerkt und auch durch diese Untersuchungen konnte er nicht nachgewiesen werden. Eine solche gänzliche Unterdrückung eines Kreises ist möglich und bei anderen Familien auch zu finden. Eichler hat seine Theorie des aus zwei Hochblättern bestehenden Pseudokelches besonders mit dem Verhalten der Gipfelblüten begründet. Man trifft nämlich manchmal siebenblütige Köpfchen, an deren Endblüte statt der zwei Hochblätter zwei neue Blüten stehen, die einen dreiteiligen Scheinkelch führen. Die beiden sonst sterilen Hochblätter hätten in ihren Achseln Blüten gebracht und wären mit den beiden Vorblättern der neuen Seitenblüten zu einem dreiteiligen Scheinkelche verwachsen ganz so, wie es bei den normalen Seitenblüten der Fall ist. Manchmal war an den siebenblütigen Köpfchen auch noch ein aus zwei Hochblättern bestehender „Kelch" an der Gipfelblüte entwickelt. Es wären dann nach Eichlers Deutung aufser den beiden fertilen Hochblättern noch zwei sterile an der Gipfelblüte aufgetreten, wie ja manchmal auch bei fünfblütigen Köpfchen vier Kelchblätter, also zwei Hochblattpaare an der Gipfelblüte auftreten können. Derartig organisierte siebenblütige Köpfchen, wie sie Eichler beschreibt, konnten nicht aufgefunden werden, dagegen wurden folgende zwei Fälle beobachtet.

Die Gipfelblüte *I* (T. I, 8) ist scheinbar fünfzählig, bei näherer Betrachtung ergibt sich, dafs die beiden Kronblätter bei *a* durch Spaltung entstanden sind, da sie nur etwa in der oberen Hälfte frei sind, während sie unten verwachsen sind. Aufserdem sind nur vier Stamina und vier Karpelle vorhanden, das Stamen bei *a* fehlt. Die Endblüte ist also vierzählig. Ihr Kelch besteht aus drei Blättchen, wie das oft vorkommt uud zwar stehen sich meist zwei gegenüber, das dritte mitten zwischen beiden, gegenüber Platz für ein viertes freilassend. Hier ist aber infolge der Spaltung bei *a* eine kleine Verschiebung eingetreten. Es stehen sich eigentlich gegenüber 1 und 1, 2 und *. Die ganze Blüte zeigt aufserdem eine Drehung um 45°, da 1 und 1 in der Mediane stehen sollen. Die übrigen Blüten des Köpfchens, deren Anordnung aus Fig. 8 ersichtlich ist, sind normale Seitenblüten, d. h. sie sind fünfzählig mit dreigliederigem Kelch. Nur die beiden Blüten *IIa* und *IIIa* weisen eine Verschiedenheit auf, die auch sonst nicht selten auftritt. Es zeigen sich nämlich aufser den drei normalen Kelchblättchen 1, 2, 3 noch eines (4), das zwischen 1 und 3 steht. Würde man sich zwischen 2 und 3 noch ein derartiges Blättchen entwickelt denken, so hätte man einen fünfzähligen Kreis von Blättchen, die mit den Blumenblättern alternieren.

Ein anderes siebenblütiges Köpfchen zeigt T. I, 9. Die Gipfelblüte *G* ist normal vierzählig, es ist wieder ein drittes Kelchblättchen vorhanden, das an normalem Platze steht. Von den vier richtig stehenden Seitenblüten ist nur eine, *Ib* regelmäfsig organisiert. Die Blüte *Ia* ist fünfzählig, von den drei Kelchblättchen sind nur zwei, 1 und 3, entwickelt, das zweite obere fehlt und würde bei * stehen, dafür ist ein weiteres (4) ausgebildet. Die Blüte *IIb* ist vierzählig, nur das Gynäceum ist fünfzählig. Es sind nur zwei Kelchblätter vorhanden, die in schiefer Stellung einander gegenüberstehen. Die Blüte ist vielleicht so zu erklären, dafs bei * ein Kronblatt, ein Staubblatt und ein Kelchblatt unterdrückt sind. Dadurch hat eine teilweise Drehung des vorderen Teiles der Blüte nach rechts stattgefunden, so dafs die jetzige Stellung des Kelchblattes 2, das median stehen sollte, erklärlich ist. Bei der gegenüberliegenden Blüte *IIa* ist dagegen eine Vermehrung aller Teile der Blüte mit Ausnahme der Kelchblätter eingetreten. Es sind nämlich sechs Kronblätter, Staubblattpaare und Karpelle vorhanden und zwar hat sich das Kronblatt und das Karpell bei * gespalten, während dazwischen ein neues und zwar vollständig normales Staubblattpaar aufgetreten ist. Wydler hat derartige Fälle einer Vermehrung der Organe eines Kreises ebenfalls beobachtet. Es scheint, dafs diese Tendenz nach Vermehrung in den Seitenblüten von oben nach unten schreitet, da alle Fälle, die beobachtet wurden, die Teilung immer in den oberen Organen zeigten. Die Blüte *Ib* des Blütenstandes war normal fünfzählig, ebenso die beiden ihr seitwärts anliegenden Blüten *III III*, nur waren sie kleiner. Wie soll man nun diese Verhältnisse nach der Eichlerschen Theorie erklären? Zunächst bei Fig. 8. Nach Eichler wären hier an der Gipfel-

blüte drei Hochblattpaare aufgetreten. Ein Paar wäre fertil und an den Seitenblüten *III* und *IIIa* zu suchen. Die beiden anderen Paare wären steril und zwar wären dies 2 und *, dann 1 und 1. Welchen Wert müfste man ferner den Blättchen 4 bei den Blüten *IIa* und *IIIa* beilegen? Wie könnte man in Fig. 9 das Auftreten der beiden diagonal stehenden Blüten erklären, die beide mit einem Deckblatt versehen sind? Die Deckblätter sollen aber dekussiert stehen, hier würden sie aber diagonal stehen. Ebenso schwierig würde sich eine Deutung der Kelchverhältnisse bei den Blüten *Ia* und *IIb* nach der Eichlerschen Anschauung finden lassen.

Besser und natürlicher erklären sich diese Abnormitäten nach der Ansicht, dafs wir es bei Adoxa mit einem wirklichen Kelch, nicht nur mit einem Hochblattinvolukrum zu tun haben, dafs nur in der Regel verschiedene Glieder des Kelches unterdrückt sind. Die Endblüte hat meist nur zwei Kelchblätter, des öfteren (25 % an meinem Material) sind drei Blättchen mit Raum für ein viertes vorhanden, einige Blüten fanden sich mit vier mit den Petalen abwechselnden Kelchblättchen. Payer gibt letzteren Fall sogar als Regel an, als Ausnahmefall den dreizähligen Kelch mit angedeutetem vierten Blatt. Es kommen aber auch fünfzählige Gipfelblüten vor, die ähnlich organisiert sind wie die Seitenblüten. Sie haben einen dreiblätterigen Kelch, dessen Zipfel gleichmäfsig um 120° von einander abstehen. Ob hier vielleicht nur eine Spaltung gewisser Teile der Blüte vorlag, konnte nicht entschieden werden. Wydler beobachtete derartige fünfblättrige Endblüten mit 3—4—5 Kelchblättchen. Auch an den Seitenblüten ist es nicht selten, dafs vier- oder fünfteilige Kelche auftreten. Die sonst nicht vorhandenen Blättchen stehen genau zwischen den Lücken der normalen Kelchblättchen, nur sind sie meist etwas kleiner als diese. Dieser Umstand spricht dafür, dafs sie nicht, wie Eichler behauptet, durch Teilung der vorhandenen Kelchblätter entstanden sind. In diesem Falle müfsten die beiden aus der Teilung hervorgegangenen Blättchen aller Wahrscheinlichkeit nach wenigstens annähernd gleich sein, so aber tritt immer eine deutliche Reduktion des vierten oder fünften Kelchblattes hervor.

Da es sich hier um Abnormitäten handelt, so kann man nicht mit vollständiger Sicherheit eine Behauptung aufstellen. Jedenfalls ist aber die Annahme Eichlers, dafs die Kelchblätter Hochblätter seien, auch nicht als bewiesen zu betrachten. Für die gegenteilige Annahme, dafs hier ein wirklicher Kelch in Frage komme, sprechen verschiedene Gründe, die Wydler teilweise schon geltend gemacht hat und die der Übersicht halber zusammengestellt sein mögen.

1. Der häufige Zahlenwechsel im Kelch und in der Krone.

2. Die Kelchblätter in den Seitenblüten sind vollkommen gleich hoch inseriert und miteinander verwachsen. Auch verwachsen sie später vollständig mit der Frucht.

3. Die Entwicklungsgeschichte der Kelchblätter in der Seitenblüte spricht nicht dafür, dafs hier ein Deckblatt und zwei Vorblätter vorliegen. Gewöhnlich wird das Deckblatt zuerst angelegt und ist bei vielen Pflanzen schon weit entwickelt, ehe die Organe der Blüte selbst angelegt werden. Ist ein Deckblatt und zwei Vorblätter vorhanden, so entwickelt sich zunächst das Deckblatt, dann die beiden Vorblätter und schliefslich die Organe der Blüte. Dies ist jedoch bei Adoxa nicht der Fall. Hier würden sich zuerst die beiden Vorblätter entwickeln; ehe noch das Deckblatt etwas gröfser geworden ist, zeigt sich schon das erste Kronblatt. Möglich wäre es ja immerhin, dafs die Entwicklung des Deckblattes und der Vorblätter von der Dorsiventralität der Seitenblüten in dieser Weise beeinflufst würde.

4. Es treten zuweilen nach Wydler (35—39.) und Giltay (14.) unter den Seitenblüten kleine Blättchen auf, die den Anschein von Deckblättchen haben.

5. Die Anwesenheit der beiden sterilen Hochblätter, deren Zahl auf drei bis vier vermehrt werden kann, ist nicht unmöglich, aber doch merkwürdig.

Wie man nun diesen Kelch erklärt, es ergibt sich bei einem Vergleich der Blüte von Adoxa mit der Blüte von Sambucus ein Unterschied. Hier steht bekanntlich das unpaare Kelchblatt nach hinten. Bei Adoxa aber steht das unpaare Blatt des Kelches nach vorn, gleichgültig, ob man den Kelch als vorhanden oder unter-

drückt annimmt. Wir hätten es hier mit einer Stellung zu tun, die einer Lobeliaceen- oder Papilionaceen-Stellung entspricht. Allerdings findet sie sich nicht selten auch bei Sambucus Ebulus, und auch in anderen Familien zeigt sich öfter eine derartige Verschiedenheit.

Man hat die Blüte von Adoxa mit der von Chrysosplenium verglichen und Übereinstimmung gefunden. Besonders Drude (7, 8.) gibt an, dafs Adoxa in keinem Punkte mit den Caprifoliaceen übereinstimmt. Die Insertion der Stamina bei Adoxa sei hoch perigynisch, nicht aber epigynisch. Dieses Merkmal ist wohl nicht mafsgebend, da es selbst innerhalb einer Gattung einem Wechsel unterliegen kann. Besonders auch die Stellung der Staubblätter hält Drude für sehr geeignet, die Verwandtschaft von Chrysosplenium und Adoxa darzulegen. Bekanntlich hat Chrysosplenium acht Staubgefäfse. Von diesen stehen vier vor den Perigonzipfeln. Diesen Staubblattkreis hält Drude, weil er zuerst verstäubt, für den äufseren. Bei Adoxa ist aber, wenn man einen Vergleich mit Chrysosplenium zieht, der mit den Perigonzipfeln alternierende Staminalkreis zur Ausbildung gelangt, der in der Blüte von Chrysosplenium deutlich der schwächere, weil später entstehende ist. Da nun z. B. innerhalb der Crassulaceen ähnliche Verhältnisse sich finden, indem von den zwei Staubblattkreisen auch hier bei Unterdrückung eines Kreises immer der innere schwächere ausgebildet wird, so hält Drude die Blütenverhältnisse von Adoxa und Chrysosplenium für den Beweis besonders geeignet, dafs die beiden Pflanzen in eine Familie passen und nahe Verwandtschaft zeigen.

Drude hat aber die Blütenmorphologie von Chrysosplenium nicht richtig erkannt. Er behauptet nämlich, der mit den Perigonzipfeln alternierende Staminalkreis sei der innere. Da er die Blüten für obdiplostemon hält, müssen die Perigonzipfel notwendigerweise die Petala vorstellen, die Sepala müssen unterdrückt sein. Eine andere Auffassung gewinnt man, wenn man die Entwicklungsgeschichte der Blüten untersucht. Es zeigt sich nämlich, dafs die Organe in Dekussion entstehen (T. I, 10). Zuerst werden zwei Blättchen angelegt, darauf in Dekussion die beiden anderen. Dann entstehen wieder in Dekussion die vor den Perigonzipfeln stehenden Staubblätter paarweise (*I* und *II*). Hierauf folgen gleichzeitig die vier Stamina (T. I, 11, III), die mit dem ersten Kreis abwechseln und schliefslich die beiden Karpelle. Dieser entwicklungsgeschichtliche Befund stimmt mit der Verstäubungsfolge der Stamina ebenfalls überein. Dies hat Drude verleitet, den den Perigonzipfeln opponierten Staubblattkreis als den äufseren anzusehen. Dem ist aber nicht so. Vielmehr ist, wie aus Fig. 11 hervorgeht, der mit den Perigonzipfeln alternierende Kreis der äufsere, es entwickelt sich aber der innere Kreis zuerst. Man kann unter diesen Umständen die Blüten nur dann für obdiplostemon halten, wenn man die Perigonblätter als Sepala erklärt. Dies wird noch dadurch bestätigt, dafs die Petala in manchen Blüten auftreten. Der Verwandtschaftsbeweis von Adoxa und Chrysosplenium ist nunmehr hinfällig.

Die Ähnlichkeiten, die Drude noch aufzählt, sind rein äufserliche. So fand er in Hannover eine Blüte von Chrysosplenium alternifolium mit acht gespaltenen Staubgefäfsen, was ihn besonders bewog, die beiden Pflanzen als verwandt anzusehen. Ob eine wirkliche Spaltung oder eine Vermehrung stattfand, gibt Drude nicht an.

Novak (23, 24) hat am Grunde der Blumenblätter von Adoxa Drüsen gefunden, die er für Staminodien erklärt, da er Gefäfsbündel zu ihnen abzweigend gefunden habe. Es sei also ein zweiter Staminalkreis vorhanden, was zu den Saxifrageen überleite. Lagerberg (21) hat die Unrichtigkeit dieser Behauptung festgestellt. Es handelt sich hier nur um Emergenzen, die nicht von Gefäfsbündeln versorgt werden.

Gynäceum und Samenentwicklung.

Im Gynäceum findet Drude grofse Ähnlichkeit von Adoxa mit Saxifrageen. „Und da zeigt nun auch die Analyse des Gynäceums einen Bau, der sich mit der vielgestaltigen Familie der Saxifrageen recht wohl vereinbaren läfst, wenn er auch von Chrysosplenium selbst recht weit verschieden ist. Denn es kommen in dieser

Familie sogar 4—6 völlig apocarpe Ovarien vor; die getrennten Styli sind Regel; zwar selten, aber doch in gewissen Fällen finden sich einzelne in den Fächern aufsteigende oder herabhängende Samenknospen; der Bau des Samens ist völlig übereinstimmend mit Adoxa."

Es gibt allerdings unter den Saxifrageen Gattungen, die nur eine oder wenige Samenanlagen in jedem Karpell haben. So ist bei Whipplea und Colmeiroa nur eine Samenanlage im Fache vorhanden, die vom Scheitel herabhängt. Ixerba hat zwei hängende Samenanlagen. Aber sie haben mit Ausnahme von Colmeiroa, die eine steinfruchtartige Frucht hat, Kapseln, eine Fruchtart, die bei den Saxifrageen die weiteste Verbreitung hat. Trotzdem ist es nicht angängig, Adoxa zu Chrysosplenium zu stellen, weil in einer ganz anderen Gruppe vielleicht ein äufserlich ähnliches Gynäceum vorkommt. Adoxa und Chrysosplenium weisen schon im groben Aufbau ihres Gynäceums grofse Verschiedenheit auf. Adoxa hat einen aus vier bzw. fünf Karpellen zusammengesetzten Fruchtknoten. Er ist vier- bzw. fünffächerig und hat in jedem Fache eine hängende Samenanlage, die die Mikropyle nach innen kehrt. Die Frucht ist eine grünliche Steinfrucht mit 1—5 Steinen. Chrysosplenium hat zwei Fruchtblätter (die normale Zahl bei den Saxifrageen), diese sind verwachsen und bilden einen einfächerigen Fruchtknoten. An den Fruchtblättern sitzen viele anatrope Samenanlagen. Die Frucht ist eine vielsamige grüne Kapsel. Dagegen zeigt Adoxa mit dem Gynäceum von Sambucus unleugbare Ähnlichkeit. Es sind hier allerdings nur drei Fruchtblätter vorhanden, in jedem der drei Fruchtfächer eine hängende mit der Mikropyle nach innen gekehrte Samenanlage. Die Frucht ist eine Steinfrucht mit 1—3 Steinen.

Diese äufseren Ähnlichkeiten und Verschiedenheiten spiegeln sich auch in der inneren Organisation des Gynäceums, besonders der Samenanlagen wieder. Die Entwicklungsgeschichte gibt am besten Aufschlufs. Die Anlagen der Samenknospen von Adoxa entstehen als kleine gerade Höcker. (T. II, 1.) Vorne unter der Epidermis liegt das Archespor, das sich durch seinen Plasmareichtum, durch seine Gröfse und durch die Gröfse des Kernes sofort von den anderen Zellen unterscheidet. (T. II, 1 *a*.) Mit Jodgrün-Fuchsin gefärbte Mikrotomschnitte lassen eine sehr schöne Differenzierung erscheinen. Die vegetativen Kerne färben sich stark grün, ihre Nucleolen rot, der generative Kern nur schwach grün mit rotem Nucleolus, das Protoplasma der vegetativen Zellen wenig, das der generativen Zelle schön hellrot. Die Samenanlage buckelt sich oben etwas aus, zugleich erfolgt im unteren Teile eine Krümmung nach innen. Während dieser Zeit erfolgen im Archespor einige Teilungen. Zunächst tritt eine Querwand auf (T. II, 2 *b*), wodurch zwei ziemlich gleichgrofse Zellen entstehen, dann erfolgt in der oberen Zelle noch eine Längsteilung. (T. II, 3.) Ob eine Längswand auftritt und noch weitere Zellen abgegeben werden, konnte nicht entschieden werden, schliefslich ist eine grofse Embryosackzelle mit grofsem Kern vorhanden, der Nucellus krümmt sich immer mehr nach innen und oben, an der Aufsenseite tritt auch das einzige Integument auf, das den Nucellus von unten her umwächst. (T. II, 4 *J*.) Ebenso findet die Umwallung des Nucellus durch das Integument von beiden Seiten her gleichmäfsig statt. Auf dem Querschnitt (T. II, 5 *J*) sieht man das Integument flügelartig zu beiden Seiten herumwachsen. So ergibt sich die hängende nach innen gekrümmte Gestalt der Samenanlage. Der einschichtige Nucellus, dessen Spitze nun nach oben sieht, wird von dem Integument vollständig umwachsen, das durch fortgesetzte Zellteilungen auch in seiner Dicke ganz beträchtlich wächst. Gerade durch den einschichtigen Nucellus und durch das eine dicke Integument gibt sich Adoxa als eine Sympetale zu erkennen. Für diese ist ja in vielen Fällen ein solcher Bau der Samenanlagen charakteristisch. In den jüngeren Stadien unterscheiden sich die den Embryosack umgebenden Zellen des Nucellus durch die Färbung ihrer Kerne ganz ausgezeichnet von den Zellen des Integuments. Mit Jodgrün-Fuchsin-Färbung ist ein eigentliches Kerngerüst, das in den Kernen des Integuments in seinen verschiedenen Phasen hervortritt, nicht zu sehen, die Kerne sind gleichmäfsig hellgrün gefärbt. Sie erinnern in ihrer Färbung ganz an die Kerne der Tapetenzellen der

Pollensäcke von Adoxa. Die Tapetenzellen, die sich sofort durch die schön rosenrote Färbung ihres Protoplasmas von den anderen Zellen der Antheren unterscheiden, haben aufserordentlich grofse Kerne, die sich ebenfalls gleichmäfsig grün färben. Sie sind wie die Kerne des Nucellus auf dem Stadium der allmählichen Desorganisation. Denn der Nucellus wird in seinem oberen Teile durch die Vorgänge im Innern des Embryosackes nach und nach verdrängt, und zwar schreitet dies von unten nach oben fort. Ziemlich lange erhält sich eine Nucellarkappe am oberen Ende des Embryosackes, selbst an dem mit Endosperm gefüllten Embryosack lassen sich noch einige desorganisierte Zellen auf die Nucellarkappe zurückführen. Der mächtig heranwachsende Embryosack wird bald von einer Schichte Zellen umgeben, die sich aus dem Integument heraus differenzieren. Diese Zellen, die manchmal auch in zwei Schichten übereinander stehen, zeichnen sich vor den übrigen Zellen durch ihren Plasmareichtum aus. Man kann sie sicherlich als Tapetenzellen bezeichnen (T. II, 16, T. III, 1 u. 10 *T.*), wenn sie auch nicht die typische Ausbildung erlangen, wie wir sie sonst bei Sympetalen zu sehen gewohnt sind. Meist zeichnen sie sich ja durch ihre Streckung in radialer Richtung recht deutlich aus. Jedenfalls kann man bei Adoxa in jenen Zellen eine Andeutung der Tapetenschicht erblicken und wahrscheinlich werden sie auch hier die Funktion haben, das Endosperm zu ernähren. Die Zellen des Integuments erfahren durch das Wachstum des Embryosackes eine Streckung besonders in der Längsrichtung und werden in der Querrichtung immer mehr zusammengedrückt, nur unten und oben erhalten sich im Samen kleine Gewebepartien. Die Fruchtknotenwand, die hier die Steinschicht ausbildet, läfst drei Schichten unterscheiden. Zu innerst findet sich eine Schicht von langgestreckten, sklerenchymatischen Zellen. Die Wände sind stark verdickt, die Zellen laufen in horizontaler Lage um die Fruchtknotenwand herum. Die zweite Schicht besteht aus gleichen Zellen, sie laufen aber in vertikaler Richtung. Diese beiden Schichten sind schon frühzeitig recht deutlich und fallen besonders ins Auge durch ihre langen und grofsen Kerne, die sich rechtwinkelig kreuzen. Die dritte Schicht besteht aus parenchymatischen Steinzellen. Hierauf folgt nach aufsen eine mehrschichtige Zellreihe, die Zellen sind in radialer Richtung langgestreckt und zeichnen sich vor allem dadurch aus, dafs sie — wenigstens in der jungen Frucht — frei sind von Stärke, während die anderen Zellen des Fruchtknotens damit vollgepfropft sind.

Bei Chrysosplenium findet man ganz andere Verhältnisse. Die zahlreichen Samenanlagen, die an den beiden Fruchtblättern entstehen, zeigen sich zunächst als kleine gerade Höcker. Schon die Kerne haben ein anderes Aussehen. Bei Adoxa sind sie grofs und erreichen selbst in den vegetativen Zellen eine beträchtliche Ausdehnung. Meist haben sie einige kleine Nucleoli. Bei Chrysosplenium sind die Kerne viel kleiner und mit einem grofsen Nucleolus versehen. Das Archespor liegt unter der Epidermis und unterscheidet sich von den vegetativen Zellen nicht beträchtlich. Es tritt zunächst durch eine Querwand eine Teilung ein (T. II, 6). Die obere von den zwei Zellen, die als Schichtzelle (*S*) zu bezeichnen ist, teilt sich, wie das bei vielen Pflanzen der Fall ist, weiter, während die untere einstweilen nur an Gröfse zunimmt (T. II, 7). In den aus der Schichtzelle entstandenen Zellen gehen nun aufser Längsteilungen auch Querteilungen vor sich derart, dafs die Embryosackmutterzelle (*E*) immer weiter nach unten zu liegen kommt und schliefslich beträchtlich tief im Nucellus steckt. Dann erst erfolgt die Tetradenteilung (die Zahl der Zellen konnte nicht sicher ermittelt werden), jedenfalls entwickelt sich die unterste der Zellen zum Embryosack, die oberen werden verdrängt und umgeben ihn oben mit einer stark glänzenden Kappe.

Dies Verhalten von Chrysosplenium, insbesondere die Teilung der Schichtzellen, zeigt mit Adoxa keine Übereinstimmung, vielmehr erweist es sich als Saxifragee. Saxifraga, Ribes und Heucheria wurden von Warming (34.) und Vesque (33.) näher untersucht. Es zeigt sich eine ganz auffällige und unverkennbare Ähnlichkeit bei Anlage des Embryosackes dieser Pflanzen mit Chrysosplenium, während Adoxa keine Spur von Ähnlichkeit zeigt. Überhaupt ist bei vielen Sympetalen eine derartige Ausbildung von Schichtzellen nicht vorhanden, ebensowenig findet eine Verschiebung des Embryosackes nach innen statt.

Die Samenanlagen krümmen sich bei Chrysosplenium nicht alle nach einer Richtung. Ein Längsschnitt durch den Fruchtknoten lehrt, dafs die oberen Samenanlagen nach aufwärts, die unteren nach abwärts und die mittleren nach seitwärts sich krümmen. Im Gegensatz zu Adoxa finden sich hier zwei Integumente vor (T. II, 8 *A, J*), von denen das innere (*J*) zuerst entsteht. Die Integumente haben den Nucellus noch nicht umwachsen, ist die Krümmung der Samenanlage vollständig erfolgt. Die Integumente sind zweischichtig. Der Embryosack dehnt sich immer mehr aus und verdrängt so den Nucellus. Aber noch lange Zeit bleibt eine Nucellarkappe am Mikropylenende und am Chalazaende vorhanden. Längs der Integumente erhalten sich ebenfalls Nucelluszellen längere Zeit. Jedoch beteiligt sich der Nucellus nicht an der Bildung der Samenschale oder des Endosperms, sondern geht noch vor Reifung der Samen zugrunde. Die beiden Nucellarkappen werden ebenfalls von den Embryosackzellen verdrängt und aufgezehrt. Zwischen innerem und äufserem Integument zeigt sich schon frühzeitig ein Unterschied. Die äufsere Zellreihe des inneren Integumentes nämlich bleibt dünnwandig und nimmt aus Farblösungen nicht viel Farbe auf. Untersucht man die Verteilung der Stärke in der Samenanlage, so findet man, dafs sie ausschliefslich im äufseren Integument sich findet, ebenso in der Chalazaregion. Es ist vielleicht jene Schicht des inneren Integuments als Enzymschicht aufzufassen, hier würde die Stärke in lösliche Produkte umgewandelt, die dann zur Ernährung des Endosperms weiter gegeben werden. Die Zellen des inneren Integuments werden mit der Samenreife deformiert und zusammengedrängt, doch kann man ihre Umrisse an der inneren Schicht noch erkennen. Ebensowenig werden die Zellen des äufseren Integuments bis zur Unkenntlichkeit zusammengepreſst. Die äufsere Lage der Zellen bekommt bald eine braune, ziemlich harte Oberfläche, die hier die mechanischen Elemente des Samens vollständig ersetzt, da eine sklerenchymatische Verdickung einzelner Zellen nicht stattfindet.

Die Frucht von Chrysosplenium ist eine Kapsel, die mehrere Eigentümlichkeiten zeigt. Man mufs sie wohl als saftige Kapsel bezeichnen, da sie nicht trocken wird und selbst nach der Samenentlassung noch grün bleibt. Der Fruchtknoten ist bekanntlich unterständig, nur die beiden Griffel sind sichtbar. (T. II, 9.) Nach der Befruchtung streckt sich der Teil zwischen den beiden Griffeln sehr beträchtlich, die Griffel stellen sich dadurch in horizontale Lage ein, zugleich findet auch von unten her ein Längenwachstum der Kapsel statt, die bald über die Perigonblätter, die hier stehen bleiben, hervorsieht. (T. II, 10, 11.) Sie öffnet sich dann an der oberen Verwachsungsnaht der Fruchtblätter zwischen den beiden Griffeln. Die Wände der Kapsel schlagen sich nun nach aufsen um, so dafs eine kelchförmige Vertiefung entsteht, in der die Samen liegen. (T. II, 12.) Wahrscheinlich werden die Samen, die wegen ihrer Gröfse und Schwere vom Winde nicht transportiert werden können, aus dieser Höhlung durch den Regen herausgewaschen. Ein einfacher Versuch mit herabtropfendem Wasser lehrt, dafs der Vorgang möglich ist. Auch im Freien läfst sich leicht feststellen, dafs nach einem schweren Regen alle offenen Kapseln teilweise oder ganz entleert sind. Besonders im Walde, wo die von den Bäumen herabfallenden Tropfen gröfser und wuchtiger sind als Regentropfen, tritt die Herausschwemmung leicht ein. Beim Öffnen der Kapseln kann natürlich von einem Mechanismus, wie er wohl bei trockenen Kapseln wirkt, nicht die Rede sein, vielmehr lag die Vermutung nahe, dafs das Öffnen mit einem aktiven Wachstum verknüpft sei. Eine bloſse Quellung etwa schleimhaltiger Zellen ist nicht vorhanden. Bei Betrachtung der Längsschnitte einer geschlossenen und geöffneten Kapsel zeigt sich zunächst, dafs der Winkel, den die beiden Kapselwände zusammen bilden, wenigstens im unteren Teile ziemlich gleich geblieben ist. (T. I, 12, 13.) An der Öffnung beteiligt sich also nur das Stück *a b*, das um *a* als Hebelpunkt einen Bogen beschreibt. Das Stück *c a* erfährt, wie eine einfache Messung ergibt, nur ein gleichmäfsiges Längenwachstum auf der Innen- und Aufsenseite. Dagegen ist bei dem Stück *a b* aufser einem Gesamtlängenwachstum, das sich aus direkten Messungen ergibt, ein gröfseres auf der Innenseite vorhanden. Die mikroskopische Betrachtung des Längsschnittes beider Fälle (T. I, 14, 15) zeigt

aufser der Gesamtstreckung aller Zellen, besonders die inneren Epidermiszellen (*J*) sehr verlängert. Bei *d* entsteht infolge dieser Streckung der Innenwand eine Einknickung der Epidermis; da nunmehr die Aufsenseite, die zuerst konvex war, fast konkav wird, mufs natürlich eine derartige Faltung eintreten. Um die Längenzunahme des Stückes *a b* zu messen, wurden an Topfpflanzen direkt vergleichende Messungen angestellt. Bei geschlossenen Kapseln, die an der Nahtstelle oben bereits eine Trennung aufwiesen oder bei denen eine Trennung bald erfolgte, ergab die Messung des Stückes *a b* eine Länge von 2—2½ mm. Nach einiger Zeit, wenn die Öffnung der Kapseln erfolgt war, zeigte sich eine durchschnittliche Zunahme von ⅓—½ mm, also ungefähr 20 %.

Eine Ähnlichkeit in der Samenentwicklung von Chrysosplenium und Adoxa läfst sich wohl nicht herausfinden, dagegen ergeben sich einige Verschiedenheiten, von denen das Auftreten von zwei Integumenten bei Chrysosplenium, von einem Integument bei Adoxa besonders in die Augen fällt. Die Samenentwicklung von Sambucus aber ist wohl geeignet, eine Verwandtschaft mit Adoxa darzulegen. Die Samenanlagen entstehen als kleine gerade Höcker, die unter der Epidermis das Archespor bergen, das sich durch seinen Plasmareichtum sofort von den anderen Zellen unterscheidet. Auch hier sind die Kerne grofs und führen einige Nucleoli. Das Archespor teilt sich in zwei Zellen durch eine Querwand (T. II, 13), ob noch weitere Teilungen stattfinden, ist ungewifs. Jedenfalls verschwinden die entstandenen Zellen bis auf eine spurlos; diese stellt die Embryosackmutterzelle dar und dürfte wohl aus der innersten Zelle hervorgehen. Das eine Integument entsteht genau wie bei Adoxa (T. II, 13) und umwächst den sich nach oben krümmenden Nucellus von unten her und von beiden Seiten, so dafs eine Samenanlage entsteht, die in ihrer hängenden Form mit der Mikropyle nach innen gekehrt, der von Adoxa sehr gleich ist. Die Spitze des Nucellus bleibt auch hier streng einschichtig, die Zellen werden hier etwas eher deformiert als bei Adoxa, meist schon bei Beginn der Endospermbildung. Das Integument wird durch stetige Zellteilungen sehr dick, der heranwachsende Embryosack drängt es schliefslich immer mehr zusammen. Wie bei Adoxa differenziert sich aus dem Integument eine den Embryosack einschliefsende Zellschicht heraus, der man die Funktion von Tapetenzellen zuschreiben mufs (T. III, 5 u. 6 *T*), wenn sie auch nicht in ihrer Gestalt so charakteristisch ist, wie man sie bei vielen Sympetalen antrifft. Die Fruchtwand ist ähnlich gebaut wie bei Adoxa. Zu innerst findet sich eine Schicht von Zellen, die stark verdickt und in die Länge gestreckt sind, sie laufen in horizontaler Richtung um die Fruchtknotenhöhlung herum. Die zweite Lage ist ähnlich beschaffen, die Zellen laufen aber senkrecht zu der ersten Schicht, also vertikal. Beide Schichten fallen wie bei Adoxa schon frühzeitig ins Auge durch ihre langgestreckten grofsen Kerne, die senkrecht aufeinander stehen. Die dritte Schicht besteht aus einer Reihe von Zellen, deren Grenzen nach innen wellig gebogen verlaufen. Sie sind in horizontaler Richtung gestreckt, ihre Wände werden später stark sklerenchymatisch und verleihen der Steinschicht eine aufserordentliche Härte und Festigkeit. Diese dritte Schicht wird bei Adoxa nur aus Steinzellen gebildet, die in horizontaler Richtung wenig gestreckt sind und tafelförmig nebeneinander liegen. Der Fruchtknoten von Sambucus zeigt wie der anderer Caprifoliaceen, z. B. Viburnum, noch vor der Befruchtung ein aufserordentlich starkes Wachstum, das ihn und die Fruchtknotenhöhlung beträchtlich in die Länge streckt. Die Samenanlage zeigt nur schwaches Wachstum, so dafs sie zunächst in die verhältnismäfsig sehr grofse Höhlung als winziger Körper hereinhängt. Später füllt sie jedoch als Same den ganzen Raum vollständig aus.

Die Vorgänge im Innern des Embryosackes.

Die Kernteilungen im Innern des Embryosackes von Adoxa erfolgen wie gewöhnlich, es sind schliefslich acht Kerne vorhanden, von denen drei am Mikropylenende, drei am Chalazaende und zwei in der Mitte liegen. Sie unterscheiden sich anfänglich nicht wesentlich voneinander, aber bald zeigt sich eine Differenz. Die Synergiden- und Antipodenkerne haben nämlich die Tendenz, zu verschwinden, sie

desorganisieren sich bald und werden zerdrückt und aufgelöst. Dieses Verschwinden erfolgt ganz unregelmäfsig und ist nicht an eine bestimmte Zeit gebunden. Man findet oft die Synergidenkerne spurlos verschwunden, während die Antipodenkerne noch deutlich nachzuweisen sind (T. II, 15 *A*; T. III, 9 *A*). Oft auch sind umgekehrt die Antipoden nicht mehr sichtbar, während die Synergidenkerne deutlich neben dem Eikern liegen (T. III, 8 *S*). Es kommt aber jedenfalls nie soweit, dafs sich Antipoden und Synergiden mit Protoplasma umgeben, es konnte nie ein derartiger Fall gefunden werden. Ebensowenig gelingt es, nach den Kernteilungen einen Unterschied zwischen Synergidenkernen und Eikern nachzuweisen. Die beiden Polkerne in der Mitte verschmelzen zu einem sekundären Embryosackkern, der sich durch seine ganz beträchtliche Gröfse auszeichnet und meist 3—4 oder mehr Nucleolen führt. Um diese Zeit umgibt sich der Eikern mit einer dünnen Protoplasmaschicht. Auch dann noch können Synergiden- und Antipodenkerne (T. II, 15; T. III, 9*A*) vollständig erhalten sein. Nicht selten können im Embryosack drei Kerne hintereinander gefunden werden. Der mittlere Kern ist sehr grofs und stellt sicher den sekundären Embryosackkern dar. Der zweite Kern liegt am Mikropylenende und kann wohl nur den Eikern darstellen, der dritte hat seinen Platz am Chalazaende und stellt wahrscheinlich einen der drei Antipodenkerne dar, der länger erhalten bleibt als die anderen, von denen keine Spur in den untersuchten Fällen nachzuweisen war. Auffallend ist nur, dafs an ihm keine Spur angehender Desorganisation zu bemerken ist, dafs er vielmehr im Vergleich zu der anfänglichen Gröfse der Antipodenkerne ein deutliches Wachstum zeigt (T. II, 14 *A*). Man sieht daraus, wie wenig sich die Vorgänge im Embryosack in ein zeitliches Schema hineinpressen lassen. Jedenfalls ist wie auch in anderen Dingen die Bildung des Eiapparates recht individuell und wahrscheinlich auch von äufseren Umständen abhängig, es handelt sich vielleicht um Temperatur, Licht usw., ebenso wird auch der Zustand, in dem sich die Pflanze befindet, mafsgebend sein, vor allem kommen in Betracht Reservestoffe, kräftige Wurzeln usw.

Die Eizelle ist relativ inhaltsarm, sie nimmt aus Farblösungen nur ganz wenig Farbe auf, ihr Kern liegt meist am Grunde der Zelle (T. II, 15 *E*); diese Lage behält er auch noch später bei, wenn sich das Ei durch nachträgliches Wachstum etwas vergröfsert hat. Die Befruchtung erfolgt wahrscheinlich normal durch die Mikropyle, doch konnte bis jetzt ein Pollenschlauch nicht nachgewiesen werden. Wohl treiben die Pollenkörner kräftige Pollenschläuche in die Narbe, man kann sie aber nur eine kleine Strecke weit verfolgen. Die Endospermbildung geht rasch vor sich. (T. II, 16.) Die gebildeten Endospermkerne (*E*) liegen frei im Protoplasma durch den ganzen Embryosack verteilt. Bei der Kernteilung verteilt sich auch das Protoplasma gleichmäfsig um die Kerne herum, und zwar so, dafs kammerförmige Gebilde entstehen, in deren Mitte die Kerne liegen. Zunächst könnte man die Kammern für Zellen halten, da es so ganz den Anschein hat, als wären wirklich Zellwände zwischen den einzelnen Kernen aufgetreten, von denen Plasmastränge ausstrahlen. Es ergibt sich aber, dafs nur Protoplasma einerseits jene abteilenden Wände bildet, andererseits von diesen ausstrahlend den Kern umgibt. Rasch erfolgen die Teilungen hintereinander, es entstehen eine ganze Anzahl freier Kerne, ohne dafs eine Wandbildung eintritt. Wann diese erfolgt, ist nicht leicht festzustellen, denn es läfst sich nicht sagen, ob der Anfang zur Wandbildung gegeben ist oder ob nur trennende Protoplasmaplatten vorhanden sind. Selbst dann, wenn die Wände ganz sicher vorhanden zu sein scheinen, kann in ihnen keine Cellulose durch Reagentien nachgewiesen werden. Während dieser Zeit hat die Eizelle keinerlei Veränderung erlitten (T. III, 1), sie liegt als ovales Bläschen am Mikropylenende (*Ei*) und unterscheidet sich von den sie umgebenden Endospermzellen (*E*) nicht gerade wesentlich. Auffallend ist ihre Armut an Protoplasma und die relative Gröfse ihres Kernes, der meist heller gefärbt wird als die Kerne des Endosperms. Die Teilung der Eizelle erfolgt also sehr spät. Die Embryobildung erfolgt sonst normal. Interessant ist, dafs bei Adoxa, wie bei so vielen anderen Frühlingspflanzen, der Embryo noch nicht ausgewachsen ist, wenn auch der Same bereits reif ist. Er erfährt daher den Sommer und Herbst hindurch eine Nach-

reifung. Daher kommt es auch, dafs die Samen von Adoxa nach der Reife ausgesät nicht sofort keimen, sondern erst im nächsten Jahre im April. Lagerberg (21.) hat darüber genaue Untersuchungen angestellt.

Die anfänglichen Kernteilungen im Embryosack von Chrysosplenium sind normal. T. II, 8 zeigt die erste Teilung. Auch die generativen Kerne sind recht klein. Die beiden Polkerne liegen in der Protoplasmamasse, die sich an beiden Enden des Embryosackes angesammelt hat und in der Mitte eine grofse Vakuole aufweist. Der Embryosack wächst mit der Samenanlage, die umliegenden Nucellarzellen aufzehrend und füllt sich immer mehr mit Protoplasma, in dem schliefslich acht Kerne liegen. Die Antipoden zeigen wie bei Adoxa die Tendenz zu verschwinden, doch erfolgt dieser Vorgang nicht so rasch wie bei Adoxa. Die Antipodenkerne umgeben sich nämlich immer mit Protoplasma, die Kerne zeigen meist noch ein nachträgliches Wachstum. Es ist nicht ausgeschlossen, dafs sie anfänglich einer Nahrungszuleitung für das sich entwikkelnde Endosperm von der Chalazaseite her dienen. (T. III, 4 *A*; 2 *C*.) Dafs von dieser Seite Stoffe zugeführt werden, ist wohl ersichtlich durch den Protoplasmareichtum der dort befindlichen aus kleinen Zellen bestehenden Gruppe (*Ch*); auf diese folgen die langgestreckten, ziemlich protoplasmareichen Nucelluszellen (*N*), denen die Antipoden (*A*) aufsitzen. Diese bleiben aber nicht allzulange bestehen und werden bald durch das den Embryosack füllende Endosperm zusammengedrückt.

Der Eiapparat zeigt einige Eigentümlichkeiten. Zunächst unterscheiden sich Synergiden und Ei recht wenig voneinander. Anfänglich ist wohl die mittlere Zelle etwas gröfser als die beiden anderen und gibt sich dadurch als Ei zu erkennen, dafs ihr Kern ziemlich hoch liegt. Ihr Protoplasma zeigt aufserdem eine Anzahl kleiner Vakuolen, die um den Kern gruppiert sind (T. III, 3 *a*). Die beiden Synergiden sind leicht an der einzigen Vakuole unterhalb des Kernes zu erkennen (T. III, 3 *b*). Bald aber beginnen sie mächtig heranzuwachsen, ihr Protoplasma wird dichter und körniger, ebenso durch Farben intensiv färbbar. Auch die Kerne teilen dieses Wachstum und zeigen einen grofsen Nucleolus. Dagegen hat sich die Eizelle nur wenig vergröfsert und ist überhaupt meist nicht mehr zu sehen, da sie zwischen den beiden Synergiden liegt und von ihnen vollkommen verdeckt wird. Es gelingt aber manchmal sie blofszulegen durch schlechte Fixation. Alsdann werden die Synergiden, die mit dem Endosperm verbunden sind, durch die Kontraktion des Embryosackes mit losgerissen und kommen weiter nach unten zu liegen, während die Eizelle oben liegen bleibt. Ebenso bekommt man durch schwachen Druck an Handschnitten die ungeteilte Eizelle (*E*) zu Gesicht (T. II, 17). Dann zeigt sich der beträchtliche Gröfsenunterschied. Nimmt man Synergiden (*S*) und Eizelle (*E*) als Kugeln an (die Synergiden sind in Wahrheit etwas zusammengedrückt), so ergibt eine einfache Berechnung, dafs der Kubikinhalt der Synergide ungefähr zehnmal so grofs ist als der des Eies. Der tatsächliche Längsdurchmesser der Synergide ist annähernd 60 µ. Die Befruchtung erfolgt durch die Mikropyle her, durch die der dicke, stark tingierbare Pollenschlauch eindringt. Sofort setzt die Endospermbildung ein. Der sekundäre Embryosackkern, der nicht weit unter dem Eiapparat liegt, teilt sich, die entstehenden Endospermkerne rücken von der Mitte nach auswärts. Zunächst entsteht ein kleiner Sack von Protoplasma, der an seinem oberen offenen Ende an den Synergiden angeheftet ist und nach unten in den Embryosack hereinhängt (T. III, 4 *En*). In dieser Protoplasmaschicht liegen die kleinen Endospermkerne, deren Zahl sich vermehrt, gleichmäfsig verteilt. Unter immer weiter gehender Verdrängung des Nucellus vergröfsert sich der Endospermsack mehr und mehr, besonders in der Längsrichtung, unten an die Antipoden anstofsend. Das Innere des Sackes ist mit klarer Flüssigkeit gefüllt. In diesem Stadium, wenn die Wände der Endospermzellen noch nicht aufgetreten sind, hat sich das Ei schon geteilt, und zwar hat es den Anschein, als ob das Ei nach seiner Befruchtung zwischen den Synergiden heraustreten würde (T. II, 18 *E*; T. III, 4 *E*). Immer sieht man den jungen Embryo vor den Synergiden liegen, der zwei- und dreigeteilte ist gewöhnlich an den Synergiden durch Protoplasmastränge aufgehängt und liegt frei im Endospermsack. In diesem treten zwischen den Kernen Wände auf, die Endospermzellen bilden sich

vollkommen aus. Das Innere des Endospermsackes füllt sich nach und nach mit Zellen und zwar erfolgt dies von aufsen nach innen. Wir haben es also hier mit einer Endospermbildung zu tun, wie sie im Pflanzenreiche oft vorkommt, die von aufsen nach innen verläuft und zentripetal genannt werden mufs. Zugleich mit den fortgesetzten Teilungen des Embryos breitet sich das Endosperm stark aus und verdrängt bald das Nucellargewebe, von dem eine Kappe an der Mikropyle und der Chalaza noch einige Zeit erhalten bleibt. Die Embryobildung verläuft ziemlich normal. Es teilt sich zuerst die untere Zelle längs, dann entsteht eine Querwand; der kurze Embryoträger entsteht erst jetzt aus der oberen Zelle, die 4—5 Zellen liefert, während gewöhnlich der Embryoträger von Anfang an angelegt wird. Im reifen Samen ist der Embryo nicht sonderlich differenziert, das Hypokotyl ist lang und verbreitert sich nach vorne zu, die beiden Kotyledonen sind klein und erscheinen nur als kleine Höcker. Selbst im reifen Samen, d. h. einem Samen, der sich in der offenen Kapsel liegend vorfindet, ist der Embryo noch klein. Seine Länge wurde gemessen von 165—230 μ. Nahe liegt, dafs hier wie bei Adoxa und vielen anderen Frühlingspflanzen eine längere Nachreife stattfinden mufs, ehe der Same keimt. Dies ist jedoch nicht der Fall. Die Samen keimen nämlich sofort nach ihrer Aussaat im Mai oder Juni in ungefähr 14 Tagen. Der Embryo hat bis zu dieser Zeit schon an Länge zugenommen, es wurden solche gemessen von 350—600 μ. Gerade diese Verschiedenheit der Länge der Embryonen in beiden Fällen macht es wahrscheinlich, dafs die Nachreifung des Embryos sofort erfolgt und unter günstigen Umständen zur sofortigen Keimung führt. Ob diese Verhältnisse, die bei den Keimungsversuchen im Laboratorium auf offener Erde und in feuchter Luft zutage traten, auch in der Natur zutreffen, bleibt einer späteren Untersuchung vorbehalten.

Einiges möge noch über die Synergiden im Eiapparat von Chrysosplenium erwähnt werden. Da bei Chrysosplenium weder ein Tapetum noch ein haustorienartiges Gebilde entwickelt wird, so war es bei der auffallenden Gröfse der Synergiden wahrscheinlich, dafs sie eine ernährungsphysiologische Funktion für den Embryosack bekleiden. Zunächst ist es wohl nicht zweifelhaft, dafs durch die Integumente Nahrung in den Embryosack geschafft wird. Prüft man junge Samenanlagen auf Stärke, so findet man das äufsere Integument bis einschliefslich der Chalazaregion von reichlicher Stärke erfüllt. Eine Prüfung mit Fehlingscher Lösung ergab das Vorhandensein geringer Mengen von reduzierendem Zucker in den Integumenten. Das innere Integument wird hier das Tapetum der Sympetalen ersetzen, vielleicht sind Fermente vorhanden, die die Stärke verzuckern und dem Endosperm zuführen. Dieses enthält vorwiegend fette Öle. Dafs auch in der Chalazaregion Nährstoffe eindringen, darauf deuten die früher geschilderten Verhältnisse hin und auch die Tatsache, dafs ein schwaches, meist mit einem Gefäfs versehenes Gefäfsbündel bis dorthin führt. An der Mikropyle ist wie an der Chalaza eine Nucelluskappe längere Zeit erhalten, die aus Zellen mit stark tinktionsfähigem Inhalt besteht. Unmittelbar darunter liegen die Synergiden, die ebenfalls mit stark färbbarem Inhalt ausgerüstet sind. An frischem Material wurden verschiedene Reaktionen auf ihren Inhalt gemacht. Fehlingsche Lösung ergab keine Reaktion, nur wie erwähnt in den Integumenten; ebensowenig trat mit α-Naphthol und Schwefelsäure eine Färbung ein. Jod-Jodkali färbte die Synergiden nebst Nucelluskappen und Chalazaregion stark gelb, Salpetersäure und Ammoniak ergab schwache Gelbfärbung. Millonsches Reagens ergab keine Reaktion. Es handelt sich, wie anzunehmen ist, wohl um eiweifsartige Stoffe, die, was oft der Fall ist, nicht auf alle Eiweifsreagentien gleichmäfsig reagieren. Auch die dichte körnige Beschaffenheit ihres Inhalts deutet auf eiweifsartige Stoffe hin. Vielleicht sind auch in den Synergiden nur Enzyme vorhanden, die die zugeführten Nährstoffe in geeignete verwandeln. Dafs sie der Ernährung in irgend einer Weise dienen, dafür spricht auch der Umstand, dafs der Endospermsack sich an die Synergiden direkt anhängt und dafs später die Zellen des Endosperms direkt an sie anschliefsen, aufserdem noch die bemerkenswerte Tatsache, dafs die Synergiden sehr lange Zeit erhalten bleiben. Wenn der Embryo bereits zahlreiche Teilungen aufweist und das Endosperm

vollkommen fertig ist, sind sie noch vorhanden und anscheinend noch tätig. (T. II, 19 *S.*) Ihre Tätigkeit müfste sich in diesem Falle darauf beschränken, aus dem Endosperm die Baumaterialien für den Embryo zurechtzumachen, da ja von aufsen eine Zufuhr nicht mehr stattfinden kann. Die Synergiden schrumpfen schliefslich mit der Reifung der Samen immer mehr zusammen und werden schliefslich gänzlich zerdrückt. Wahrscheinlich kommt ihr Inhalt dem Embryo zugute.

Die Vorgänge im Embryosack von Sambucus gleichen denen von Adoxa in vieler Beziehung. Schon die Kerne zeigen hinsichtlich der Gröfse und ihrer Tinktionsfähigkeit grofse Ähnlichkeit, es sind auch hier einige Nucleolen vorhanden. Bei der Ausbildung des Eiapparates finden wir dieselben Verhältnisse. Synergiden und Antipoden werden nie ausgebildet, nur ihre Kerne treten auf, um bald zu verschwinden. Dabei zeigen sich auch hier ähnliche Verschiebungen und Unregelmäfsigkeiten wie bei Adoxa. Schliefslich ist am Mikropylenende ein Kern, der Eikern, vorhanden, in der Mitte des Embryosackes liegt der grofse sekundäre Embryosackkern, der eine Anzahl von Nucleolen führt. Die Endospermbildung erfolgt wie bei Adoxa. Die ersten Endospermkerne liegen meist in dem schmalen Embryosacke hintereinander in einer Reihe (T. III, 5 *En*). Das Protoplasma ist um die Kerne gleichmäfsig verteilt und bildet Kammern, die man leicht für Zellen halten könnte. Es sind jedoch Zellwände nicht vorhanden und es ist schwer zu sagen, wann sie auftreten. Die Zahl der Endospermkerne, die frei im Protoplasma liegen, ist nicht so grofs wie bei Adoxa, es tritt die Zellwandbildung viel früher auf. Das Endosperm vermehrt seine Zellen durch fortgesetzte Teilungen und füllt den Embryosack, der sich mächtig in die Länge und Breite streckt, bald vollkommen an. Wie bei Adoxa ist die Eizelle, obwohl die Befruchtung schon stattgefunden hat, noch ungeteilt geblieben. Sie liegt als rundliches Bläschen am Mikropylenende (T. III, 6 *Ei*). Sie zeichnet sich wie bei Adoxa durch auffallende Armut an Protoplasma aus, färbt sich sehr wenig, nur einige kleine Stärkekörner sind in ihr verteilt. Der Kern liegt im unteren Ende und zeichnet sich in späteren Stadien durch seine Gröfse aus. Die Embryobildung ist normal. Eine Nachreifung des Embryos wie bei Adoxa findet nicht statt. Die reifen Samen bergen in ihrem öligen Endosperm einen Embryo, der $^2/_3$ des Embryosackes einnimmt und schon hoch differenziert ist.

So lassen auch die Vorgänge im Embryosack, unter ihnen besonders Anlage des Eiapparates und Endospermbildung, wohl erkennen, dafs von einer Ähnlichkeit zwischen Chrysosplenium und Adoxa nicht die Rede sein kann, während Adoxa und Sambucus gleiche Verhältnisse zeigen.

Anhangsweise möge bei Adoxa noch eine interessante Tatsache festgestellt werden. Ziemlich oft kommt es nämlich vor, dafs hinter dem normalen Embryosack auf die Chalazaregion zu ein zweiter Embryosack ausgebildet wird. T. III, 7 zeigt eine junge Samenanlage, in der wie sonst die grofse Embryosackmutterzelle zu sehen ist. Der grofse Kern befindet sich auf dem Stadium der Gamosomenbildung. Hinter dieser generativen Zelle sieht man, durch eine kleine vegetative Zelle deutlich getrennt, eine Zelle liegen, die sofort durch ihren Plasmareichtum und durch die Gröfse ihres Kernes, der eben auch im Stadium der Gamosomenbildung sich befindet, sich auszeichnet. Besonders auch Färbungen mit Jodgrün-Fuchsin lassen die Zelle sofort als eine generative erkennen. Leider konnten jüngere Stadien bis jetzt nicht gefunden werden, um zu sehen, ob hier vielleicht ein zweites Archespor angelegt wird. Es könnte auch leicht sein, dafs die zweite Zelle aus irgend einer vegetativen Zelle hervorgeht. T. III, 8 zeigt einen anderen Fall. Im oberen Embryosack (*I*) ist bereits das Achtkernstadium vorhanden. Die Antipoden sind aber bereits verschwunden, die Synergiden (*S*) sind eben noch sichtbar. Oben liegt der Eikern (*Ei*), in der Mitte die beiden Polkerne (*P*). Am Chalazaende zeigt sich durch einige vegetative Zellen getrennt eine zweite Embryosackmutterzelle (*II*), die sofort durch ihre Gröfse und Tinktionsfähigkeit von den vegetativen Zellen sich abhebt. Eine Weiterentwicklung dieser Embryosackanlage hat hier also nicht stattgefunden. In T. III, 9 sehen wir einen etwas älteren Embryosack ausgebildet. Die Eizelle (*Ei*) ist fertig, der sekundäre

Embryosackkern (*S*), der durch seine Gröfse auffällt, liegt in der Mitte, an der Chalaza sind noch Reste der Antipoden (*A*) zu sehen, die im vorigen Falle bereits spurlos verschwunden waren. Die Anlage des zweiten Embryosackes (*II*) hat sich etwas weiter entwickelt. Die Zelle hat sich auf Kosten der umliegenden vegetativen Zellen bedeutend vergröfsert und ist durch die Teilung der zwischenliegenden vegetativen Zellen etwas weiter vom ersten Embryosack hinweggerückt worden. Ihr Kern hat sich geteilt, um die beiden entstandenen ziemlich grofsen Kerne hat sich das Protoplasma, dessen Menge ebenfalls eine Vermehrung erfahren hat, gleichmäfsig angesammelt. T. III, 10 zeigt eine Samenanlage, die in ihrer Entwicklung ziemlich weit fortgeschritten ist. Im Embryosack *I*, der vollkommen mit Endosperm (*E*) gefüllt ist, findet sich ein vielzelliger Embryo. Der zweite Embryosack (*II*) ist weit von dem ersten entfernt, was wahrscheinlich dadurch bedingt wurde, dafs die Zellschicht, die zwischen den beiden Anlagen war, durch Teilungen vergröfsert worden ist. Es kann auch sein, dafs in diesem Falle der Embryosack so wie so etwas weiter hinten angelegt wurde. Die Zellen zwischen den beiden Säcken sind klein und zeichnen sich besonders auch durch ihren Protoplasmareichtum aus, ebenso auffällig ist ihre regelmäfsige Lagerung, was auch dafür spricht, dafs sie nachträglich durch Teilung entstanden sind (*Ch*). Die zweite Anlage (*II*) ist ziemlich grofs geworden. Man sieht an ihren Wänden deutlich die Reste der Zellen liegen, die durch sie aufgezehrt wurden, ebenso sind die umliegenden Zellen etwas zusammengedrückt. Im Embryosack sind mehrere Teilungen vor sich gegangen. Die Fig. 10 in T. III, die nach einem Mikrotomschnitt gefertigt wurde, läfst deutlich vier Kerne erkennen. Auf den nächsten Schnitten sind weitere Kerne zu sehen, deren Zahl nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnte. Jedenfalls dürfte die Gesamtzahl der Kerne acht sein. Man sieht daraus, dafs dieser zweite Embryosack einer Entwicklung wohl fähig ist. Ob er aber je die Gröfse des ersten erreicht, ob vielleicht eine Verdrängung des ersten durch ihn eintreten kann, ob überhaupt ein befruchtungsfähiger Eiapparat ausgebildet wird, das sind Fragen, die einer Untersuchung vorbehalten bleiben.

Es ist schon längere Zeit bekannt, dafs Embryosäcke auch in Mehrzahl in einer Samenanlage vorkommen können, so bei Cheiranthus Cheiri, Rosa sp., Rosa livida, Trifolium pratense, Taraxacum officinale. Bei Cheiranthus Cheiri liegt eine gröfsere Anzahl schlauchförmiger Embryosäcke nebeneinander, von denen immer nur der gröfsere einen Embryo enthält. Dasselbe ist bei verschiedenen Rosa sp. nach Hofmeister (18.) und bei Rosa livida nach Strasburger (31.) sehr häufig. Schwere (29.) traf bei seinen Untersuchungen über Taraxacum officinale einmal zwei Embryosäcke an, beide in dem gleichen Entwicklungsstadium, im Innern mit Embryonen, die ebenfalls gleich weit entwickelt waren. Ob hier ein Embryosack in der Entwicklung zurückgeblieben wäre, kann natürlich nicht entschieden werden. Jedenfalls ist das Auftreten zweier Embryosäcke bei Taraxacum ganz anormal, da Schwere unter den vielen Samenanlagen, die er jedenfalls geschnitten hat, keinen derartigen Fall mehr antraf. Jönsson (20.) hat bei Trifolium pratense Polyembryonie gefunden und seiner Ansicht nach ist es wahrscheinlich, dafs dieselbe in den meisten Fällen eher auf das Vorhandensein mehrerer Embryosäcke als mehrerer Eizellen in einem Embryosack zurückzuführen sei. Trifolium pratense wäre dann die erste Pflanze, bei der mehrere Embryosäcke je einen reifen Embryo zu erzeugen vermöchten. Denn bei all den anderen Pflanzen hat nur ein Embryosack das Übergewicht über die anderen, die zugrunde gehen. Ähnlich ist es auch bei Adoxa. In keinem Falle waren die Embryosäcke in den untersuchten Blüten auch nur annähernd gleich, immer hatte der obere einen grofsen Vorsprung. Was das Vorkommen mehrerer Embryosäcke bei Adoxa von den anderen angeführten Fällen unterscheidet, ist der Umstand, dafs die beiden Anlagen hintereinander liegen. Bei Cheiranthus und Rosa liegen die Embryosäcke nebeneinander — Taraxacum kommt wegen der Seltenheit des Auftretens dieser Erscheinung nicht in Frage, bei Trifolium pratense scheinen die Verhältnisse wenig geklärt zu sein —, es sind bei ihnen bestimmte Teile des Archespors, vielleicht Schichtzellen oder Tetradenzellen, zu je einem Embryosack geworden. Bei Adoxa aber ist

es vielleicht so, dafs irgend eine vegetative Zelle im Makrosporangium die Fähigkeit erlangen kann, zu einer Makrospore zu werden. Die Trennung beider Zellen schon am Anfang durch vegetative Zellen führt wohl sicher zu der Annahme, dafs der zweite Embryosack nicht nur aus einer Tetradenzelle hervorgeht. Die Häufigkeit der Erscheinung ist variabel. Manchmal finden sich Blüten, deren zwei oder drei Samenanlagen zwei Embryosäcke haben, häufig sind aber auch im ganzen Köpfchen keine doppelten Embryosäcke zu finden.

Wie oben erwähnt, sind die Pollenschläuche bei Adoxa aufser direkt unter den Narben nicht mit Sicherheit nachgewiesen worden, trotzdem alle Färbungen, die man anzuwenden pflegt, versucht wurden. Es lag daher die Vermutung nahe, dafs es sich vielleicht bei Adoxa um Parthenogenesis handelt. Allerdings stimmte von vorneherein der Umstand nicht dafür, dafs die Samenerzeugung bei den verschiedenen Pflanzen eine recht verschiedene war. Selten hatten alle Früchte die normale Anzahl der Steine entwickelt, viele Blüten zeigten oft gar keinen Samenansatz. Trotzdem wurden im heurigen Frühjahr an einer Anzahl Blüten Kastrationsversuche gemacht. Die Pflanzen ertragen das Entfernen der Staubblätter ganz leicht, ebenso das Abreifsen der Griffel. Von all den Blüten, die kastriert wurden, zeigte aber keine eine Samenbildung. Sie blieben eine Zeitlang frisch und grün; auch nachdem die Blumenkrone abgefallen war, waren die Fruchtknoten noch lebenskräftig, zeigten aber kein weiteres Wachstum und trockneten schliefslich ein, während die befruchteten Exemplare wenigstens zum Teile Samen ansetzten.

Zusammenfassung und Stellung von Adoxa im System.

Die vergleichende Entwicklungsgeschichte von Adoxa und Chrysosplenium zeigt, dafs beide nicht verwandt sein können und im System nicht zusammengestellt werden dürfen. Die Gründe sind folgende:

1. Die Keimung beider Pflanzen stimmt in keinem Punkte überein.
2. Die Ähnlichkeit bezüglich der Vegetationsorgane ist eine rein äufserliche, sie wird bedingt dadurch, dafs beide Pflanzen Frühlingspflanzen sind, oft an einem Standort vorkommen und durch die Zartheit ihrer Blätter und Stengel ausgezeichnet sind.
3. Die Anatomie ergibt Verschiedenheiten; die Spaltöffnungen entstehen bei Adoxa direkt und liegen nicht in Gruppen, bei Chrysosplenium erst nach einigen Zellteilungen und sind in Gruppen vereinigt. Adoxa zeigt keine Gerbstoffidioblasten, die bei Chrysosplenium sehr zahlreich sind. Der blühende Stengel von Adoxa hat keinen Zentralzylinder, wohl der von Chrysosplenium.
4. Die Blüten von Adoxa haben nur einen Staminalkreis, der Kreis von Honigdrüsen ist nicht als Staminalkreis aufzufassen. Chrysosplenium hat obdiplostemone Blüten mit zwei Staminalkreisen. Bei Adoxa fällt die Blumenkrone mit den Staubblättern im ganzen ab, bei Chrysosplenium bleiben Perigon und Staubblätter stehen.
5. Das Gynäceum von Adoxa besteht aus fünf Karpellen, in jedem Fache eine Samenanlage, die innenwandig (intrors) ist, die Frucht ist eine Steinfrucht. Chrysosplenium hat zwei Karpelle mit vielen anatropen Samenanlagen, die Frucht ist eine Kapsel.
6. Die Samenanlage von Adoxa hat ein dickes Integument, einen einschichtigen bald verschwindenden Nucellus, keine Schichtzellen, ein wenn auch nicht typisch ausgebildetes Tapetum. Synergiden und Antipoden werden nicht ausgebildet, die Endospermbildung erfolgt durch freie Kernteilung, die Kerne sind im Embryosack gleichmäfsig verteilt. Das Ei erhält sich längere Zeit ungeteilt. Die Samenanlage von Chrysosplenium hat zwei Integumente, grofsen Nucellus, der längere Zeit erhalten bleibt, Schichtzellen. Der Eiapparat hat Synergiden und Antipoden, erstere auffallend grofs. Die Endospermbildung erfolgt nach dem zentripetalen Typus, die Embryobildung setzt sofort nach der Befruchtung ein.

Kurz mag auch noch die Frage geprüft sein, ob irgend eine Berechtigung vorhanden ist, Adoxa zu den Araliaceen zu stellen. Die kleinen meist gelblichgrünen Blüten der Araliaceen ähneln denen von Adoxa etwas. Sie sind in Kelch, Krone, Andröceum und Gynäceum fünfzählig, die Griffel sind frei. In jedem Fruchtfach ist meist eine Samenanlage vorhanden, diese ist aber nicht wie bei Adoxa anatrop-apotrop, sondern anatrop-epitrop, was nicht nur für die Araliaceae, sondern für die ganze Gruppe der Umbelliflorae bezeichnend ist. Dann ist die Krone der Araliaceae freiblätterig, ihre Ästivation meist klappig; sehr charakteristisch ist ferner der um den Grund der Griffel liegende oberständige Diskus. Der Blütenstand ist meist eine Dolde. Anatomisch ist besonders die Anwesenheit schizogener Sekretbehälter zu bemerken, die keinem Vertreter der Familie fehlen. Die Samenentwicklung, wie sie Ducamp (9.) angibt, zeigt keinerlei Analogien mit der von Adoxa, der reife Same ist meist durch ruminates Endosperm ausgezeichnet. Was insbesondere die Ähnlichkeit der Vegetationsorgane von Adoxa und Panax trifoliata anbelangt, so ist diese nur äufserlich. Die Blätter beider Pflanzen weisen keine auffallende Ähnlichkeit auf, das unterirdische System von Panax, das nach Drude dem Rhizom von Adoxa gleichen soll, ist kein Rhizom, sondern eine Pfahlwurzel. Endlich ist die Frucht von Panax keine Steinfrucht, sondern eine Beere.

Es bedarf wohl keiner weiteren Interpretation dieser Befunde, um zu beweisen, dafs Adoxa auf keinen Fall mit den Araliaceen etwas gemein hat. Vielmehr mufs Adoxa aus der Reihe der Choripetalen genommen werden, denn sie erweist sich als sympetale Pflanze aus einigen Gründen, die kurz zusammengefafst sein sollen.

1. Adoxa besitzt eine verwachsenblätterige Blumenkrone, die mit den Staubblättern abfällt.
2. Die anatrop-apotrope Samenanlage ist für viele Sympetalen die Regel.
3. Die Samenanlage zeigt einen kleinen, vergänglichen Nucellus, das Archespor liegt direkt unter der Epidermis.
4. Bezeichnend ist das eine dicke Integument.
5. Es ist ein wenn auch nicht ganz typisch ausgebildetes Tapetum vorhanden.

Unter den Sympetalen sind es insbesondere die Caprifoliaceae, speziell Sambucus, in deren Reihe Adoxa gestellt werden mufs. Der Bau des Gynäceums und der Frucht, die Entwicklung der Samenanlage, die Gestaltung des Eiapparates, die Bildung des Endosperms berechtigen hiezu. Allerdings weicht der Blütenbau von Adoxa von dem der Sambucusblüte ab, indem das unpaare Kelchblatt nach vorne liegt. Auch die Spaltung der Staubblätter, sowie der Blütenstand sind abweichend.

Ebenso ist der Gesamthabitus von Adoxa ein ganz anderer. Eine anatomische Ähnlichkeit ist nur darin gegeben, dafs das Blatt von Adoxa und Sambucus Armpalisaden hat.

Demgemäfs ist Adoxa keine Saxifragee, sondern eine Sympetale. Am besten ist es, sie in einer eigenen Familie der Adoxaceae zu belassen und diese den Caprifoliaceae anzugliedern.

Die vorliegende Arbeit wurde im pflanzenphysiologischen Institut unter Leitung von Herrn Professor Goebel gefertigt. Für sein stetes Wohlwollen und sein nie erlöschendes Interesse an meinen Bestrebungen sage ich meinem hochverehrten Lehrer und Vorstand hiermit aufrichtigen und herzlichen Dank.

Auch Herrn Privatdozenten Dr. Hegi gebührt für das Interesse, das er der Arbeit durch Nachweis einiger Literaturangaben entgegenbrachte, mein aufrichtigster Dank.

Ebenso bin ich Herrn Hofgärtner in Dachau für Überlassung von Adoxa-Pflanzen zu Dank verpflichtet.

Literaturverzeichnis.

1. Baillon M. H., Sur l'organisation des Adoxa. Bull. mens. de la soc. Linn. de Paris 1878.
2. — —, Histoire des plantes. 1880.
3. Borodin J., Zur vergleichenden Anatomie der Chrysosplenium-Blätter. Bot. Zentralbl. 1884, 19, p. 291.
4. Braun A., Über Adoxa. Sitzungsber. d. bot. Ver. d. Provinz Brandenburg. 1875.
5. — —, Das Individuum der Pflanze. 1853.
6. Coulter J. M and Chamberlain C. J., Morphology of Angiosperms. 1903.
7. Drude O., Über die verwandtschaftlichen Beziehungen von Adoxa zu Chrysosplenium und Panax. Bot. Jahrb. V.
8. — —, Über die natürliche Verwandtschaft von Adoxa und Chrysosplenium. Bot. Ztg. 1879.
9. Ducamp L., Recherches sur l'embryogenie des Araliacées. Ann. d. sc. nat. VIII, Ser. 15, 1902.
10. Eichler A. W., Blütendiagramme. 1875.
11. Engler und Prantl, Pflanzenfamilien. III, IV.
12. Engler A., Über epidermale Schlauchzellen, beobachtet bei den Saxifragen der Sektion Cymbalaria. Bot. Ztg. 1871.
13. Fritsch K., Die Gattungen der Caprifoliaceen. Bot. Zentralbl, 50. Bd., 1892.
14. Giltay E., Über Abnormitäten in den Blüten von Adoxa Moschatellina. Nederlandsch kruidkundig Archief, 2. Ser. III, 4, 1882.
15. Goebel K., Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes. Bot. Ztg. 1880.
16. Guttenberg H. R. v., Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter von Adoxa Moschatellina. Ber. d. deutsch. bot. Ges. XXIII, 1905.
17. Hegelmaier F., Zur Entwicklungsgeschichte endospermatischer Gewebekörper. Bot. Ztg. 1886.
18. Hofmeister W., Neue Beobachtungen über Embryobildung der Phanerogamen. Jahrb. f. wiss. Bot. I.
19. Jönsson B., Om embryosäckens utweckling hos Angiospermerna. Acta Univ. Lund. T. XVI.
20. — —, Polyembryonie hos Trifolium pratense. Bot. Zentralbl. 16, 1883.
21. Lagerberg, Torsten, Organografiska Studier öfver Adoxa Moschatellina L. Arkiv för Botanik. Bd. 3, 1904.
22. Marat M. L., Remarque sur la place de l'Adoxa Moschatellina dans la classification. Journ. d. Bot. II, 1888.
23. Novak Th., Beiträge zur Morphologie und Anatomie von Adoxa Moschatellina. Ref. von Němec im Bot. Zentralbl. XC, 1902.
24. — —, Über den Blütenbau der Adoxa Moschatellina. Österr. bot. Zeitschr. Nr. 1, 1904.
25. Payer, Traité d'organogénie comparée de la fleur.
26. Roeper, Die Stellung der Frucht ist von der Stellung des vorhergehenden Organenkreises der Blume abhängig. Bot. Ztg. 1846.
27. Schacht H., Über Pflanzenbefruchtung. Jahrb. f. wiss. Bot. I.
28. Schenk, Mifsbildungen bei Adoxa Moschatellina. Flora 1849.
29. Schwere, Zur Entwicklungsgeschichte der Frucht von Taraxacum officinale. Flora 82. 1896.
30. Solereder H., Systematische Anatomie der Dikotylen. Stuttgart. 1899.
31. Strasburger, Befruchtung und Zellteilung. Jena. 1877.
32. Tieghem M. Ph. v., Anatomie de la Moschatelline. (Adoxa Moschatellina.) Bull. d. l. Soc. bot. de France XXVII, 1880.
33. Vesque J., Sur le sac embryonnaire. Ann. des scienc. nat. 1878.
34. Warming E., De l'ovule. Ann. des scienc. nat. 1878.
35. Wydler H., Zur Kenntnis einheimischer Gewächse. Flora 1860.
36. — —, Morphologische Mitteilungen. 4. Adoxa Moschatellina. Bot. Ztg. 1844.
37. — —, Berichtigungen zu den morphologischen Mitteilungen. Bot. Ztg. 1844.
38. — —, Über Adoxa Moschatellina. Flora 1850.
39. — —, Über Adoxa Moschatellina in Berner Mitteilungen 1871, p. 262.

Figurenerklärung.

Tafel I.

1. Chrysosplenium alternifolium, tricotyle Form.
2. C. a, Anfang einer tetracotylen Form.
3, 4. C. a., junge Laubblätter. *Dr* = Drüsenzipfel mit Drüsen.
5. C. a., Drüse von einer jungen Blüte.
6. Adoxa Moschatellina, junge Endblüte. *h* = Kelchbl.
7. A. M., junge Seitenbl *bb* = Vorbl., *a* = Deckbl.
8, 9. A. M, siebenblüt. Köpfchen. S. Text.
10, 11. Chrysosplenium rosulare, Entwicklung der Blüte.
12. Chrysosplenium alternifolium, geschlossene Kapsel im Längsschnitt.
13. C. a., geöffnete Kapsel im Längsschnitt.
14. C. a, Teil der Wand der geschlossenen Kapsel vergrößert.
15. C. a., Teil der Wand der geöffneten Kapsel vergrößert. *J* = Innenwand.

Tafel II.

1. u. 2. Adoxa Moschatellina, Entwicklung der Samenanlage. *a* = Archespor, *b* Zweiteilung.
3. A. M., der Kern der oberen Zelle hat sich geteilt.
4. A. M., junge Samenanlage mit Embryosackzelle. *J* = Integument.
5. A. M., Samenanlage quer mit Embryosackzelle. *J* = Integument.
6. u 7. Chrysosplenium alternifolium, Abgliederung der Schichtzellen. *S* = Schichtzellen, *E* = Embryosackzelle.
8. C. a., junge Samenanlage. Im Embryosack sind zwei Polkerne vorhanden. *A* = äufseres, *J* = inneres Integument.
9, 10, 11 u. 12. C. a., Entwicklung der Frucht.
13. Sambucus nigra, junge Samenanlage, etwas schief getroffen. Das Archespor hat eine Zelle nach oben abgegeben.
14. Adoxa Moschatellina, Anlage des Eiapparates. *N* = Nucellus, *Sy* = Synergiden, *E* = Eikern, *S* = sekundärer Embryosackkern, *A* = Antipoden.
15. A. M., Anlage des Eiapparates. *N* = Nucellus, *E* = Ei, *S* = sekundärer Embryosackkern, *A* = Antipoden.
16. A. M., Endospermbildung, Eizelle nicht getroffen. *N* = Nucellus, *E* = Endospermkerne, *T* = Tapete.
17, 18. Chrysosplenium alternifolium, Synergide mit ungeteiltem Ei und Synergide mit Embryo. *N* = Nucellus, *S* = Synergide, *E* = Ei bzw. Embryo.
19. C. a., oberer Teil der Samenanlage. *A* = äufseres, *I* = inneres Integument, *N* = Nucellarkappe, *S* = Synergide, *E* = Embryo, *En* = Endosperm.

Tafel III.

1. Adoxa Moschatellina, Embryosack. *Ei* = Eizelle, *E* = Endosperm, *T* = Tapete.
2. Chrysosplenium alternifolium, Samenanlage mit Eiapparat. *A* = Antipoden, *S* = sekundärer Embryosackkern.
3. C. a., *a* = Eizelle, *b* = Synergiden (vergr.).
4. C. a., Samenanlage nach der Befruchtung. *N* = Nucellus, *S* = Synergide, *E* = Embryo, *En* = Endosperm, *A* = Antipoden, *Ch* = Chalaza.
5. Sambucus nigra, Endospermbildung. *N* = Nucellusreste, *En* = Endospermkerne, *T* = Tapete, *A* = Antipodenreste.
6. S. n., Embryosack. *N* = Nucellusrest, Ei = Eizelle, *En* = Endosperm, *T* = Tapete.
7. Adoxa Moschatellina, junge Samenanlage mit zwei Embryosäcken.
8. A. M., Samenanlage mit zwei Embryosäcken. I. Normaler Embryosack: *S* = Synergidenkerne, *Ei* = Eikern, *P* = Polkerne. II. Zweiter Embryosack.
9. A. M., Samenanlage mit zwei Embryosäcken. I. Normaler Embryosack: *Ei* = Eizelle, *S* = sekundärer Embryosackkern, *A* = Antipodenrest. II. Zweiter Embryosack.
10. A. M., Samenanlage mit zwei Embryosäcken. I. Normaler Embryosack: *E* = Endosperm, *T* = Tapete, *Ch* = Chalazaregion. II. Zweiter Embryosack.

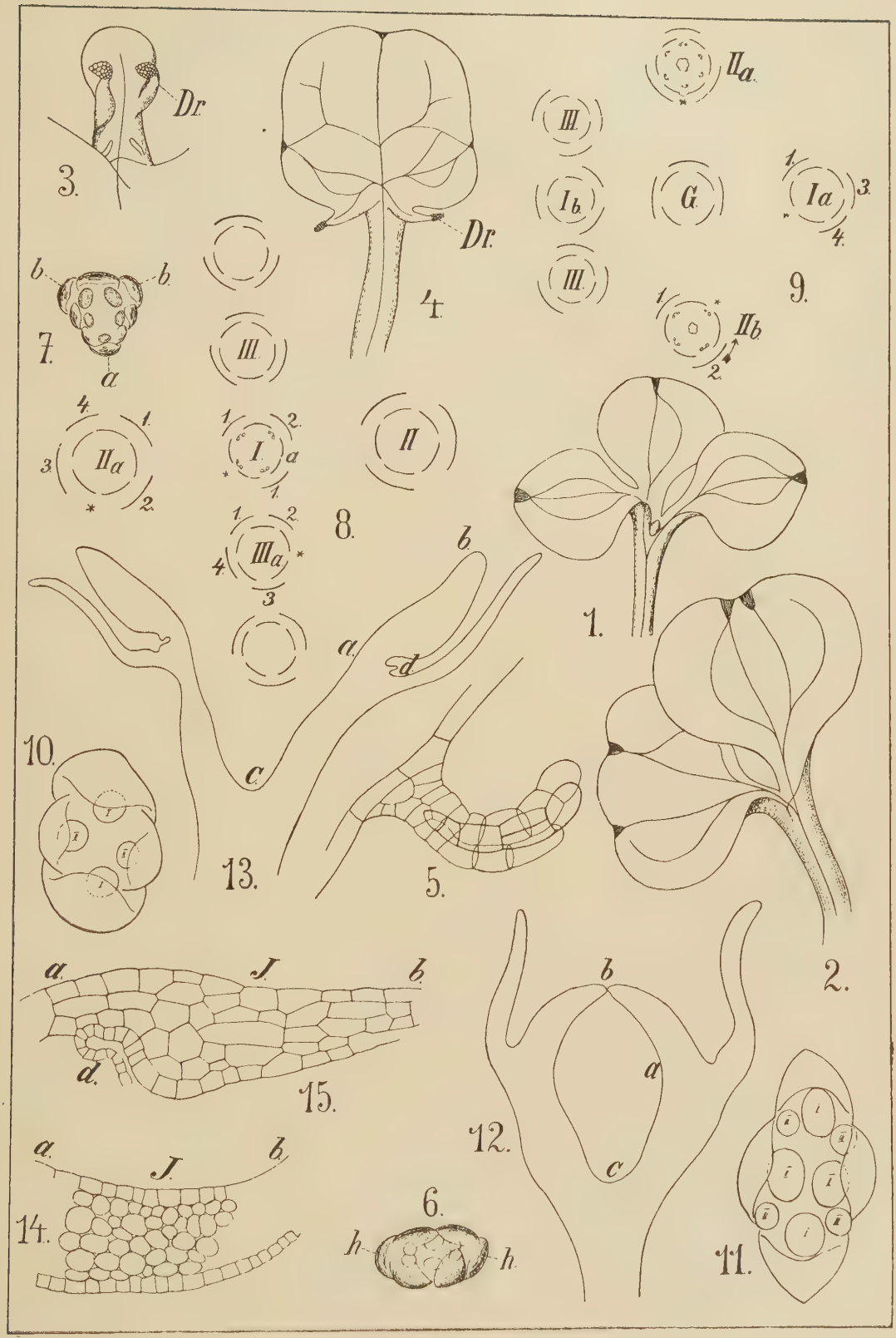
Lebenslauf.

Alfons Eichinger wurde am 26. März 1883 zu Stadtamhof als Sohn des Feldwebels im 11. Inf.-Rgt. Franz Xaver Eichinger geboren. Er besuchte die Volksschule in Bad Reichenhall, im Jahre 1894 das hum. Gymnasium Burghausen, dem er bis zum Jahre 1897 angehörte. Die Gymnasialstudien vollendete er an dem Gymnasium in Bayreuth und absolvierte es im Jahre 1903. Seither widmete er sich dem Studium der Naturwissenschaften an der Universität München. Am 1. Mai 1906 erhielt er die Stelle eines Assistenten am Kgl. pflanzenphysiologischen Institut, seit 1. Mai 1907 gehört er dem Kgl. botanischen Museum als Assistent an.

Vorlesungen und praktische Übungen besuchte er bei den folgenden Herren Professoren und Dozenten:

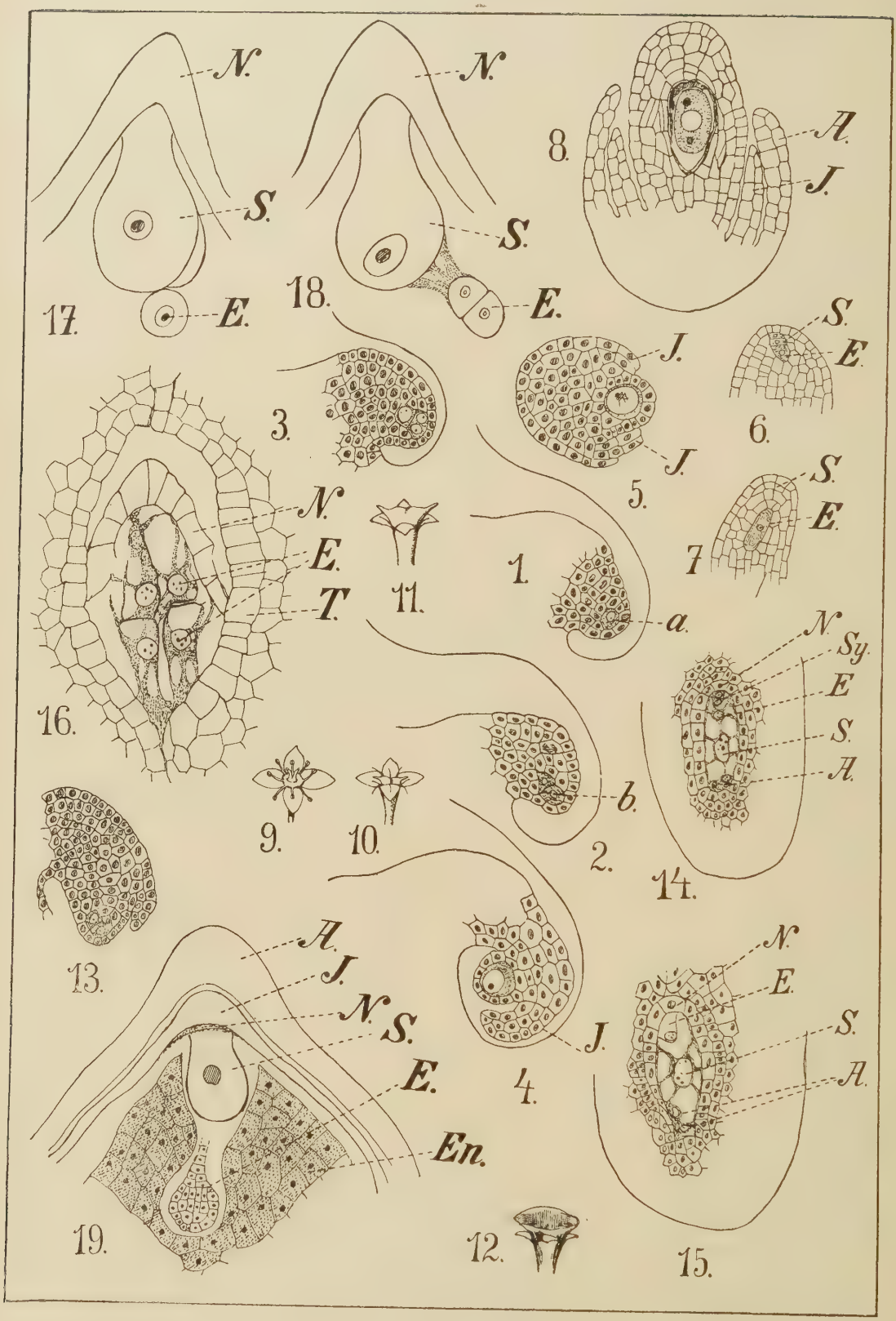
v. Baeyer, Birkner, Doflein, Giesenhagen, Goebel, v. Groth, Hegi, Hertwig, Maas, Röntgen, Rothpletz.

Tafel I.



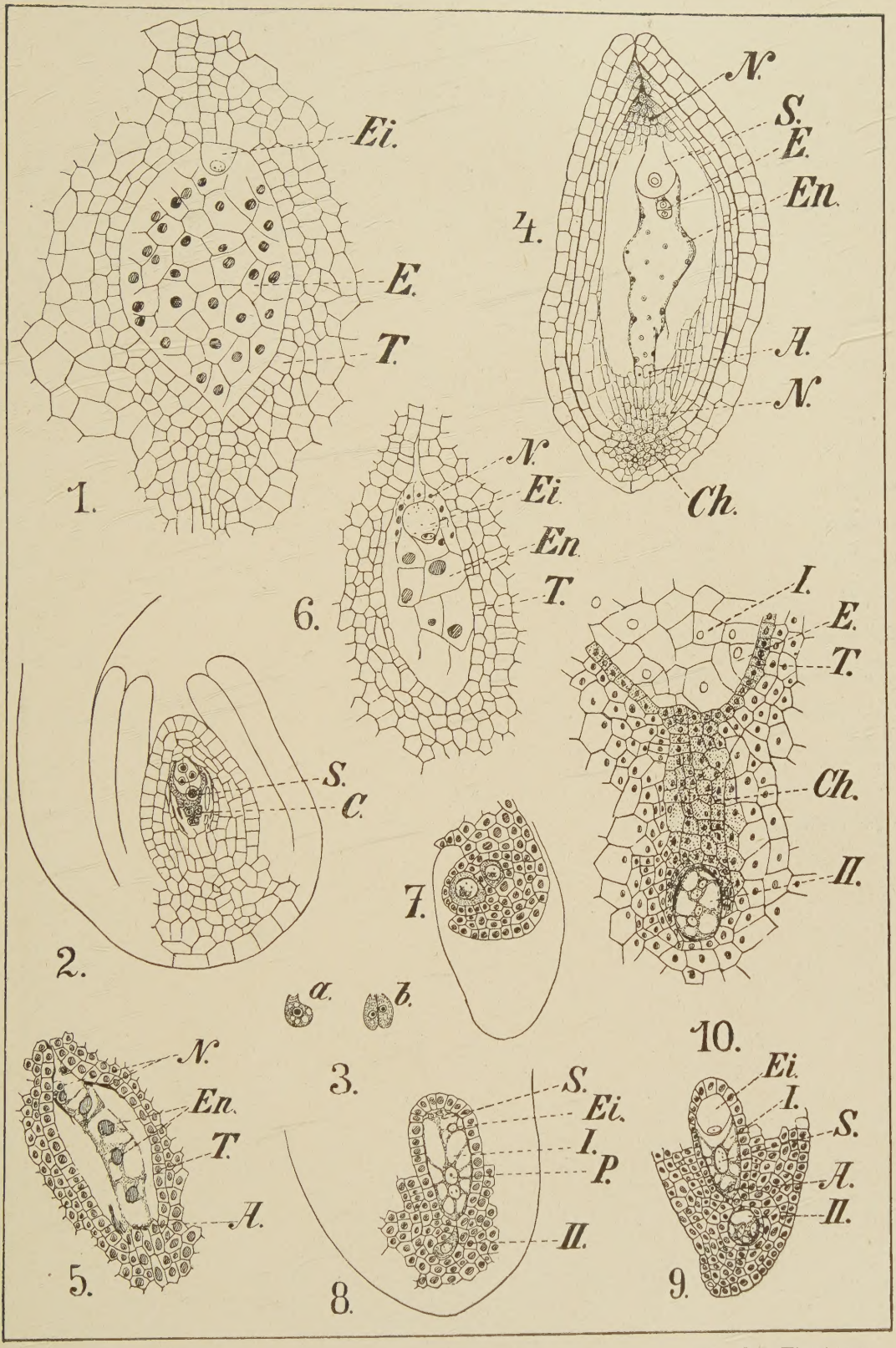
del. Eichinger.

Tafel II.



del. Eichinger.

Tafel III.



del. Eichinger.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	5
Keimung	6
Laubblatt	8
Stengel	10
Blüte und Blütenstand	10
Gynäceum und Samenentwicklung	14
Die Vorgänge im Innern des Embryosackes	18
Zusammenfassung und Stellung von Adoxa im System	24
Literaturverzeichnis	26
Figurenerklärung	27